Stratis Karamanolis

Alles over CB

Een handboek voor de CB-amateur

Elektra

STRATIS KARAMANOLIS

Alles over CB

Een handboek voor de CB-amateur

Vertaling uit het Duits: Remko P. de Graaff
Titel van de originele uitgave:
„Alles über CB“
„Ein Handbuch für den CB-Funker“

© 1980 KARAMANOLIS VERLAG
Beethovenstraße 35,
D-8012 Ottobrunn b. München
Tel.: (089) 601 19 59 <609 54 16> / 601 13 56
Alle rechten voorbehouden
Exclusieve verkoop van de nederlandse uitgave:

ENO-ELEKTRONIK
Hauptstraße 24,
D-446 Nordhorn
Tel.: (09) 49 59 21-6083/6086
Telex: 098240

Printed in W. Germany

Inhoudsopgave

Voorwoord 9

1	**CB-communicatie**	**11**
1.1	CB-communicatie: Het fenomeen van onze tijd	11
1.2	CB-communicatie: Toepassingsmogelijkheden	15
1.2.1	CB-communicatie en auto	16
1.2.2	CB-communicatie en de politie	18
1.2.3	CB-communicatie op het water	18
1.2.4	De mogelijkheden met CB-communicatie	21
1.2.5	CB-communicatie en de landbouw	22
1.2.6	CB-communicatie en sport	22
1.3	CB-communicatie: Brug naar echt zendamateurisme	25
1.4	Toekomstperspectieven van CB-communicatie	25
2	**CB-communicatie in Europa en de wet**	**29**
2.1	Algemeen	29
2.2	CB-communicatie-voorschriften in verschillende landen	31
2.2.1	Belgie	31
2.2.2	Denemarken	32
2.2.3	W-Duitsland	33
2.2.4	Engeland	33
2.2.5	Finland	37
2.2.6	Frankrijk	37
2.2.7	Griekenland	38
2.2.8	Italie	39
2.2.9	Luxemburg	40
2.2.10	Nederland	40
2.2.11	Noorwegen	41
2.2.12	Oostenrijk	41
2.2.13	Portugal	42
2.2.14	Spanje	42
2.2.15	Zweden	42
2.2.16	Zwitserland	43
2.3	De interpretatie van de P.T.T.-voorschriften	43
2.4	Oproep- en noodkanal	45
3	**CB-zendtechniek en CB-apparatuur**	**47**
3.1	Algemeen	47

3.2	De zender	48
3.2.1	Zendertypes	50
3.2.2	De zender en haar eigenschappen	51
3.2.2.1	Uitgangsvermogen	51
3.2.2.2	Bedrijfsfrequentie/frequentiestabiliteit	51
3.2.2.3	Harmonischen	52
3.2.2.4	Modulatiefrequentie	52
3.2.2.5	Soorten modulatie/modulatie eigenschappen	52
3.2.2.6	Rendement	52
3.2.2.7	Bedrijfsspanning/opgenomen stroom	53
3.2.2.8	Bedrijfstemperatuur	53
3.2.2.9	Gewicht/afmetingen	53
3.2.3	De modulatie	53
3.2.3.1	Amplitudenmodulatie	53
3.2.3.2	Frequentiemodulatie	57
3.3	De ontvanger	63
3.3.1	Algemeen	63
3.3.2	De superhetontvanger	64
3.3.3	Eigenschappen van ontvangers	68
3.3.3.1	Gevoeligheid	68
3.3.3.2	Selektiviteit	69
3.3.3.3	Stabiliteit	69
3.3.3.4	Frequentiebereik	69
3.3.3.5	Kruismodulatie	70
3.3.3.6	Spiegelfrequentieselektiviteit	70
3.4	Gecombineerde zend/ontvanger	71
3.4.1	Bediening van CB-apparatuur	73
3.4.1.1	Noodzakelijke instelmogelijkheden	73
3.4.1.2	Speciale bedieningsmogelijkheden	75
3.5	CB-toebehoren	78
3.5.1	Spanningsverzorging/batterijen	79
3.5.2	Accu-oplaadapparatuur	80
3.5.2.1	Acculader voor 6-15,5 V/O . . . 700 mA	82
3.5.3	Ontstoring	82
3.5.3.1	Ontsteking	83
3.5.3.2	Dynamo	85
3.5.3.3	Andere storingsbronnen	86
3.5.4	Microfonen	87
3.5.5	Externe luidspreker	88
3.5.6	Kristallen	88
3.5.7	Antennes	89

3.5.8 Antennefilters 89
3.5.9 Aanpassingsboxen 91
3.5.10 Logboeken 91
3.5.11 CB-stickers 91
3.5.12 QSL-kaarten 92

4 CB-antennes 93
4.1 Algemeen 93
4.2 Wat is een antenne? 93
4.3 De staatantenne 94
4.4 Elektromagnetische golven, antennes, grondgolven en reikwijdte 97
4.5 Frequentie en golflengte 100
4.6 Eigenschappen van antennes 102
4.6.1 Algemeen 102
4.6.2 Impedantie 102
4.6.3 Stralingsdiagram 103
4.6.4 Versterking 106
4.6.5 Polarisatie 108
4.6.6 Voor/achterverhouding 109
4.6.7 Rendement 110
4.6.8 Bandbreedte 111
4.7 De staafantenne en haar eigenschappen 111
4.7.1 Algemeen 111
4.7.2 De verandering van het stralingsdiagram van een staafantenne, afhankelijk van zijn lengte 112
4.7.3 De verandering van de stralingsweerstand van een staafantenne, afhankelijk van zijn lengte 114
4.7.4 Kunstmatige verleging van een staafantenne 115
4.7.4.1 Plaats waar de spoel aangebracht is 116
4.7.5 Staafantennes en hun aanpassing 118
4.8 Commerciele CB-antennes 120
4.8.1 Algemeen 120
4.8.2 CB-antennes voor mobiele posten 120
4.8.3 CB-antennes voor vaste posten 120
4.9 De koaxiaalkabel 124
4.9.1 Hoe lang mag de koaxiaalkabel tussen CB-apparatuur en de antenne zijn? 127
4.10 Het zelf maken van CB-antennes 130
4.10.1 Voorwaarden 130
4.10.2 Demonteerbare richtantenne voor de vakantie 132

4.11 Metingen aan CB-antennes ... 133
4.11.1 Algemeen ... 133
4.11.2 Het meten van de antenne-aanpassing ... 133
4.11.2.1 De reflectometer en zijn principe ... 134
4.11.2.2 De betekenis van de antenne-aanpassing ... 136
4.12 Antennenmontage ... 141
4.12.1 Algemeen ... 141
4.12.2 Het monteren van mobiele antennes ... 142
4.12.2.1 Het monteren van mobiele antennes op personen-auto's ... 143
4.12.2.2 Het monteren van mobiele antennes op schepen ... 146
4.12.3 Het monteren van antennes voor vaste posten ... 148
4.12.3.1 Veiligheidsgezichtspunten ... 148
4.12.3.2 Wettelijke gezichtspunten ... 149
4.12.3.3 Het voorbereiden van de montage ... 150
4.12.3.4 Het bevestigen van de antennemast ... 150
4.12.3.5 Bliksemafleiders ... 151

5 Metingen aan CB-apparatuur ... 153
5.1 Meetapparatuur voor de ontwikkeling, afname, reparatie en onderhoud van CB-apparatuur ... 154
5.2 Meetmethoden en meetapparatuur voor de gebruiker van CB-apparatuur ... 155
5.2.1 Meten van het zendervermogen ... 156
5.2.1.1 Meten met HF-vermogensmeters ... 156
5.2.1.2 Het meten van het zendervermogen met behulp van een reflectometer ... 158
5.2.2 Meten van de ontvangergevoeligheid ... 159
5.2.3 Meten van de zendfrequentie ... 159
5.2.4 Het meten van de antenne-aanpassing ... 161

6 Reikwijdte ... 163
6.1 Reikwijdte in de vrije ruimte ... 163
6.2 Reikwijdte in de praktijk ... 168
6.2.1 CB-communicatie op het water ... 168
6.2.2 CB-communicatie op het vlakke land ... 171
6.2.3 CB-communicatie in de buitenwijken ... 171
6.2.4 CB-communicatie in de stad ... 172
6.3 Zendvermogen en reikwijdte ... 173
6.4 Ionosfeer en DX-verbindingen ... 174

7	**Waarop moet men bij de aanschaffing van CB-apparatuur letten**	179
7.1	Algemene adviezen	179
7.2	Op het P.T.T.-keuringsmerk letten	179
7.3	Service	180
7.4	Apparatuur-eigenschappen	181
7.4.1	Zendvermogen	181
7.4.2	Ontvangergevoeligheid	181
7.3.3	Reikwijdte	183
7.4.4	Opgenomen vermogen	183
7.4.5	Selektiviteit	183
7.4.6	Frequentie	185
7.4.7	Antenne	185
7.4.8	Bedrijfsspanning/energiebron	185
7.4.9	Luidsprekeruitgang	185
8	**Het werken met CB-apparatuur**	189
8.1	Algemeen	189
8.2	Inbedrijfstellen van CB-apparatuur	189
8.3	Opzetten van communicatienetten	190
8.4	Communicatienetten met een centrale post	192
8.5	Ontvangstkwaliteit	193
8.6	Afkortingen	194
8.6.1	Q-code	194
8.6.2	Getallen-code	194
8.6.3	10-code	195
8.6.4	Algemene afkortingen	196
8.7	Uitdrukkingen in de CB-taal	197
8.8	Spelingsalfabet	197
8.9	Het eerste CB-gesprek (QSO)	198
8.10	Radioverbindingen tussen ervaren CB-amateurs	199
8.11	Verwarringen door verschillende kanaalnummers	200
8.12	Storingen bij CB-communicatie en hun oorzaken	201
8.12.1	Algemeen	201
8.12.2	CB-amateurs delen de 11-m-band met andere instellingen en belangengroepen	202
8.12.3	Aan beide kanten in-kanaalstoring	204
8.12.4	Geleidende en instralende storingen	204
8.13	CB-clubs	205
8.14	Bevestigen van CB-verbindingen	205
8.15	Plaatselijke en wereldtijden	207
Aanhangsel		216

Voorwoord

Het voor u liggende handboek voor de CB-amateur is een voortzetting en tegelijk een uitbreiding op mijn boek

CB-communicatie

dat een paar maanden geleden in Nederland verschenen is en waarvan inmiddels de derde druk uitgegeven wordt. Het voortdurende kontakt met duizenden CB-amateurs in Nederland, Duitsland en Amerika, als ook regelmatige bezoeken aan CB-clubs in deze landen, helpen mij bij het maken van een keuze van de te behandelen thema's, zodat deze werkelijk met de behoefte van de CB-amateurs overeenkomen. Om deze reden neemt de bespreking van de CB-antennes dan ook een uitvoerig hoofdstuk in beslag. Bovendien zijn meerdere gedeeltes uit het voorgaande boek zo herschreven, dat aan de speciale wensen van de CB-amateurs tegemoet gekomen wordt. In het bijzonder heb ik hier het thema frequentie-modulatie uitvoeriger behandelt aangezien in Nederland momenteel alleen FM-CB-apparatuur toegelaten is. Andere gedeeltes zijn niet wezenlijk gewijzigd. In deze samenvatting zal één of ander hoofdstuk beslist niet alle vragen bij de lezer wegnemen. Voor alle opmerkingen en kritiek ben ik daarom zonder meer dankbaar.

Alle CB-amateurs die mij per brief, telefonisch of in een persoonlijk gesprek geholpen hebben, de thema's in dit boek aan de behoeftes die bij de CB-amateurs leven aan te passen, wil ik op deze plaats hartelijk bedanken.

München, voorjaar 1980 De Schrijver

1 CB-communicatie

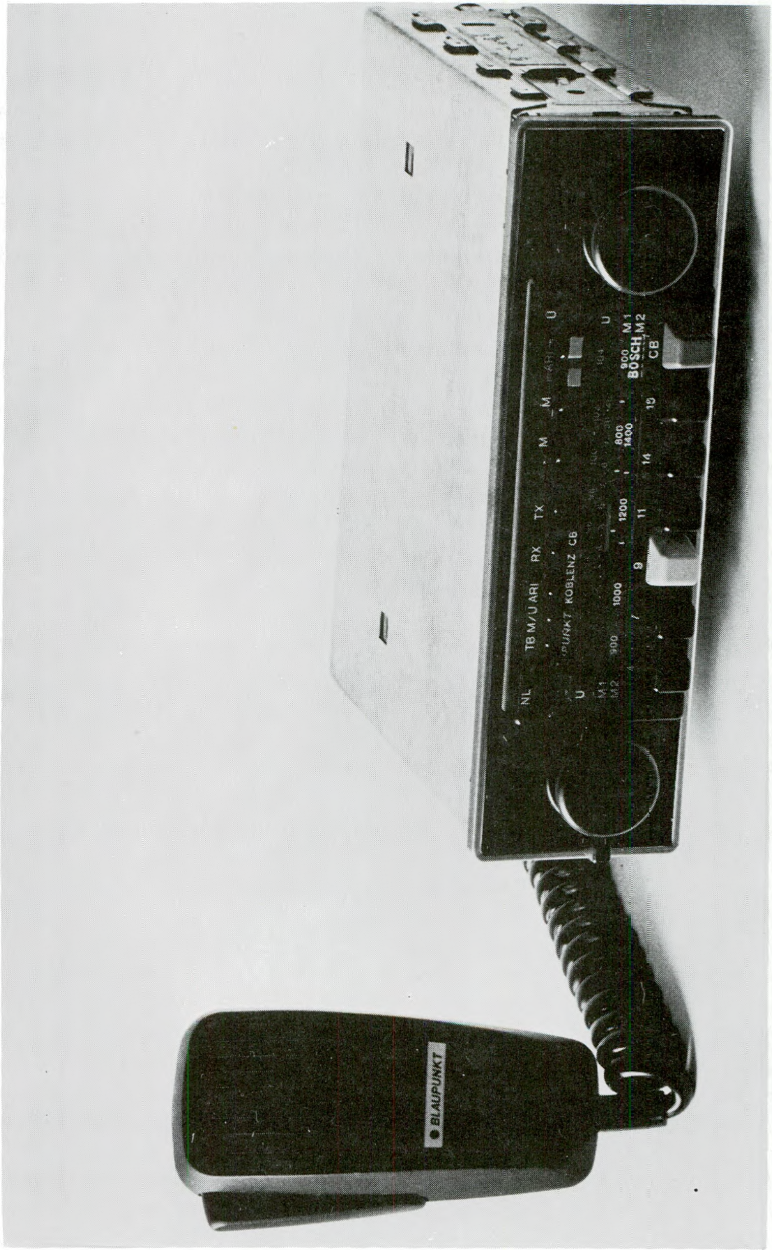
1.1 CB-communicatie: Het fenomeen van onze tijd

CB-communicatie (CB = Citizens Band) of algemene communicatie, is in de hele wereld een geliefde en tegelijkertijd nuttige hobby geworden. In Amerika zijn reeds meer dan 25 miljoen CB-amateurs, die minstens evenzo veel CB-apparaten bedrijven. In Europa zijn het er meer dan 5 miljoen, terwijl de nederlandse P.T.T. in de komende jaren meer dan één Miljoen deelnemers aan de MARC verwacht. Wereldwijd gezien is de CB-familie tot over de 40 miljoen gegroeid.

In Amerika had men tot 31.12.76 voor de CB-amateurs 23 kanalen ter beschikking gesteld. Intussen steeg dit aantal tot veertig. De CB-amateurs willen echter, met toenemende druk, dat ook dit aantal nog wordt verhoogd. Sedert het invoeren van de SSB-techniek (enkelzijband-techniek) heeft men reeds 2 x 40 = 80 kanalen tot zijn beschikking, ook dit aantal is, door het steeds groeiende aantal CB-amateurs uit alle lagen van de bevolking, nog ontoereikend. Naast het gebruik van de 11-meter band, die van zelfsprekend blijft bestaan, denkt men over het vrijgeven van het 200-MHz en het 900-MHz bereik. Mensen die in het vak zitten geven het laatste bereik de grootste kans. Dit is dan ook de reden dat de industrie zich er reeds op voorbereid CB-apparatuur in het 900-MHz bereik op de markt te brengen. Een bekende amerikaanse firma heeft zelfs al prototypen van dergelijke apparatuur geproduceerd en deze bij het FCC voor testen aangeboden.

Meer dan zeventig amerikaanse producenten van CB-apparatuur proberen intussen de stijgende vraag naar apparatuur bij te houden. Zij hebben in 1975 meer dan twee miljard dollar omgezet, dit is twee maal zo veel als de totale grammofoonplaten industrie in de Verenigde Staten.

De droom van iedereen, met vrienden, familieleden en niet als laatste met zakenrelaties, door een simpele druk op de knop, draadloos te kunnen communiceren is niet alleen in Amerika maar ook in Europa en vele andere staten in de wereld werkelijkheid geworden. Ook in Nederland bloeit inmiddels de handel met de MARC-apparatuur. Het aantal CB-amateurs in Nederland wordt momenteel op 800 000 geschat. In West-



Afb. 1: Voorbeeld van autoradio gekombineerd met een CB-apparaat

duitsland zijn het er ongeveer 1,5 miljoen terwijl er in Belgie ongeveer 300 000 CB-amateurs geregistreerd zijn.

Als men het ontstaan van CB-communicatie tot aan het begin nagaat, vindt men haar wortels in Amerika. Hier ontstond in 1945 de gedachte een „civiele radio dienst" in het leven te roepen, waarvoor, in het begin, het frequentiebereik tussen 460 en 470 MHz gedacht was.

Twee jaar later, 1947, ontstond het inmiddels beroemde „Docket 6651", waarin de eerste regels voor CB-communicatie vastgelegd en gepubliceerd werden. Er werden twee licentieklassificaties ingevoerd: De A-licentie voor apparatuur met een opgenomen vermogen van 60 watt en de B-licentie voor apparatuur met een opgenomen vermogen van 5 watt. De reacties op het invoeren van deze twee klassen en op de relatief hoge bedrijfsfrequenties waren niet al te positief. Aan de ene kant was in deze tijd de zendapparatuur nog relatief duur en aan de andere kant beperkte de communicatie zich daarmee tot verbindingen binnen het bereik van optisch zicht, wat vooral in bebouwde gebieden, waarvoor CB-Communicatie belangrijk was, zeer nadelig was. Door het wisselen van de B-licentie tegen de A-licentie en door het toepassen van richtingsgevoelige antennes waren welliswaar betere resultaten mogelijk maar werden de zendinstallaties nog gecompliceerder en kostbaarder dan ze al waren.

Ongeveer op dezelfde tijd sloeg het uur van de 27 MHz-band, de band die momenteel op de hele wereld bekend is als de CB-band. In het begin werd de band nog niet voor algemene spraakcommunicatie vrijgegeven, maar voor verschillende andere toepassingen en in het bijzonder voor medisch gebruik (HF-therapie).

Elektromagnetische golven van een lage frequentie gaan zoals bekend ongestoord door het menselijk lichaam en veroorzaken daardoor geen warmteeffecten. Met stijgende frequentie neemt daarentegen de absorptie van de magnetische golven toe en wordt hun energie in warmte omgezet.

Dit effect werd destijds benut om in het menselijk lichaam of delen daarvan kunstmatig koorts op te wekken. Voor de HF-therapie, die heden als standaard therapie, op de hele wereld bekend is, werd de frequentie van 27, 1 MHz vrijgegeven.

Op hetzelfde tijdstip meldde zich echter ook een kleine groep zendamateurs die zich bereid verklaarde, de door de medische apparatuur veroorzaakte storingen op de koop toe te nemen, als het toegestaan werd de 27 MHz band ook voor spraakcommunicatie te gebruiken.

De amerikaanse commissie voor communicatie voldeed aan die wens van de zendamateurs. Daarmee was de CB-communicatie geboren.

Populair werd de CB-communicatie echter eerst in 1948, toen Jett, een medewerker van de FCC, in een artikel in de krant „Saturday Evening Post", de mogelijkheden van CB-communicatie uitvoerig uit de doeken deed.

Tien jaar later, in 1958, ontstond het document „Docket 11994". Hierin werden de voorschriften voor de D-licentie, welke ook nu nog in Amerika voor de 11-meter band van toepassing is, vastgelegd.

Daarvoor was echter eerst de C-licentie ingevoerd, welke — eveneens in de 11-meter band — het zenden voor radiobesturing mogelijk maakte.

De reactie van de reeds eerder officieel gelicenseerde zendamateurs op deze beslissing van het FCC was op z'n minst vriendelijk te noemen. Met de tijd werden de gemoederen echter rustiger en begon zich meer en meer af te tekenen dat een vreedzaam bestaan tussen de hobbyisten in de 11-meter band en de traditie rijke familie van gelincenseerde zendamateurs mogelijk was.

Ook de algemene reactie op de nieuwe mogelijkheid te zenden in de 11-meter band was in het begin wijfelend, tot in 1959 een elektronisch tijdschrift de CB-communicatietechniek serieus begon te behandelen en technische details over de bouw van eenvoudige CB-apparatuur bekend maakte. Sedert die tijd steeg het aantal aanvragen voor een licentie bij de FCC sterk. In mei 1959 bedroeg deze reeds 6.000 per maand, in 1961 steeg zij tot 200.000 en in 1977 tot 500.000.

Achter de genoemde getallen verbergt zich trouwens een economische impuls, die op het eerste gezicht niets met CB-communicatie gemeen schijnt te hebben. Bedoeld wordt de energiecrisis, die in 1973 de wereld de adem deed inhouden en o.a. snelheidsbegrenzingen op de snelwegen tot gevolg had.

Amerikaanse vrachtwagenchauffeurs, die tot 1973, gewend waren op basis van het gereden aantal kilometers hun loon te krijgen, zagen zich door de scherpe snelheidscontroles bedreigd en probeerden er iets op te vinden. Hulp werd snel door middel van CB-apparatuur gevonden. De lange afstandsrijders installeerden zendapparatuur in hun wagens en bouwden een zeer goed functionerend communicatienet op, met behulp waarvan men elkaar over en weer over die plaatsen waar de politie snelheidscontroles hield informeerde. Men had zo de mogelijkheid, bij gevaar van een controle (in de taal van de CB-amateur „ijzel") snelheid terug te nemen. Momenteel is kanaal 19 in Amerika nog steeds alleen voor vrachtwagenchauffeurs gereserveerd.

Kanaal 9 daarentegen is voor eerste hulp bestemd, waarbij men het in Amerika niet zo nauw neemt met eerste hulp of het begrip noodgeval, aangezien hieronder ook hotelreserveringen en levensmiddelenbestellingen vallen.

De CB-communicatie is heden ten dage bijna niet meer uit het leven van de amerikanen weg te denken. De populariteit van deze hobby bewijst de call KUY 9532, waaronder de vroegere „First Lady of USA", Mrs. Betty Ford, haar CB-apparaat bedreef. In tegenstelling tot Nederland en veel andere landen, waar men nog geen roepnummers heeft ingevoerd, hebben de amerikaanse CB-amateurs een officieel roepnummer nodig, hetgeen tegen een geringe betaling van 4 US $ verkregen wordt.

Als men de ontwikkeling van de CB-communicatie over de gehele wereld bekijkt, kan men zich de vraag stellen of het werkelijk alleen maar om een hobby in onze technische wereld gaat of dat het misschien toch een bepaalde noodzakelijkheid in zich heeft. Een antwoord op deze vraag is niet gemakkelijk. Het is een bekend feit, dat bij de invoering van een bepaalde technische ontdekking het doel vaak is, de voor het toepassen benodigde produkten te verkopen. Dit geldt net zo goed voor vliegtuigen en auto's, als voor communicatieapparatuur, als ook voor vele andere dingen. De dwang nieuwe afzetgebieden te ontsluiten voor bereikte technische hoogtepunten, heeft een verandering van het levenspatroon van de mens tot gevolg, die aan een soort verslaving van die mens, aan de door hem gerealiseerde technische wereld doet denken.

Het woord verslaving is in dit kader beslist niet onjuist, maar drukt wel slechts de halve waarheid uit. Aan de ene kant leven we steeds meer als slaven van onze eigen technische ontwikkelingen, doch aan de andere kant leven we op grond van die zelfde ontwikkelingen, gemakkelijker, zekerder en misschien wel beter dan onze voorouders. Dit geldt zonder meer voor de communicatie-techniek in het algemeen, maar wel in het bijzonder voor de CB-communicatie, die naast haar functie als hobby ook diensten bewijst bij het vinden van hulp in bepaalde noodsituaties.

1.2 CB-communicatie: Toepassingsmogelijkheden

In Europa staat de CB-communicatie nog in de kinderschoenen. De toepassing beperkt zich in de eerste plaats tot het gebied van vermaak. Het is daarom niet verwonderlijk dat van bevoegde en minder bevoegde zijde nog altijd sceptisch over CB-communicatie gesproken wordt en de CB-apparatuur als „kletsijzers" afgetekend worden. Dit als zodanig af te schilderen is niet juist. CB-vrienden hebben niet alleen de mogelijkheid altijd „in de lucht te gaan" om met gelijk gestemden te kletsen, — ze kunnen ook hun apparatuur voor belangrijkere zaken inzetten —

vooral als het erom gaat zichzelf of medemensen in nood te helpen. Het totale toepassingsgebied van CB-communicatie is zo groot, dat het op deze plaats slechts mogelijk is enkele karakteristieke voorbeelden te noemen.

1.2.1 CB-communicatie en auto

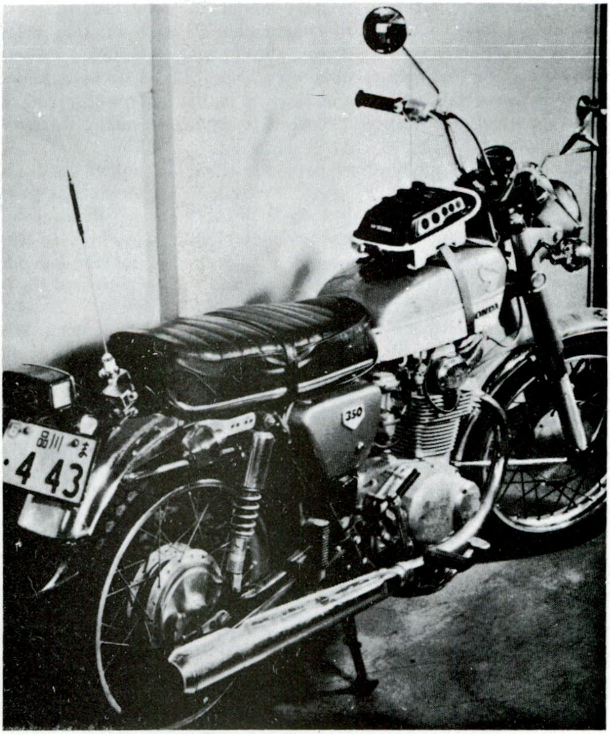
Een echte explosieve ontwikkeling beleeft de CB-Communicatie momenteel als mobiele zender/ontvanger in vrachtwagens en personenauto's. Weggebruikers gebruiken hun apparatuur niet alleen om in de stad of op

Afb. 2: CB-communicatie in de auto: De meest voorkomende toepassing van CB-apparatuur

de snelweg met andere te kunnen praten als tijdverdrijf, maar ook als het er om gaat, eerste hulp aan zichzelf of anderen te bieden. Een automobilist die zich met de naam ,,Winnetou" voorstelde vertelde: ,,Toen ik eens een keer zonder benzine stond, had ik via m'n zender al na 15 minuten iemand gevonden die mijn tank bijvulde". Ook over omleiding-

en, opstoppingen enz. informeren CB-amateurs elkaar. Steve Schickel, TV-verslaggever in Chicago, is vaak met zijn dienstwagen onderweg. Hij vat zijn ervaringen met de CB-communicatie als volgt samen:

„Als ik onderweg ben, kom ik dankzij mijn CB-apparaat altijd weer te weten wat zich op de snelwegen afspeelt. Bovendien heb ik mijn CB-apparaat al honderden keren gebruikt om andere weggebruikers of gewonden te helpen. Als vrouwen éénmaal ontdekt hebben welke zekerheid een CB-apparaat in de auto te bieden heeft, ben ik er van overtuigd dat zij er één zullen aanschaffen.



Afb. 3: CB-apparaten kunnen niet alleen in auto's en op schepen, maar ook op motoren geinstalleerd worden

Andere weggebruikers gebruiken hun CB-apparatuur om contact met hun firma op te nemen. Vele firma's hebben hun servicewagens, expeditiewagens, personenauto's enz. reeds van CB-apparatuur voorzien.

Op de vlucht van Phoenix, Arizona, naar New York vertelde de eigenaar van een tankstation uit Missouri mij, dat zijn vier firmawagens al een hele tijd met CB-apparatuur uitgerust zijn en dat hij het zich niet meer kan veroorloven het zonder CB-apparatuur te moeten stellen". „CB-communicatie brengt omzet, het betaald zichzelf iedere dag", voegde hij er aan toe. Op mijn vraag naar de aard van de door hem geleverde diensten, antwoordde hij: „Op de eerste plaats komen de lekke banden. Dan volgen die gevallen waarin we benzine moeten brengen en niet als laatste komen dan de levensmiddelenbestellingen voor een kleine picknick aan de „Highway". Uiteraard is zijn tankstation van een komplete CB-vaste post voorzien.

1.2.2 CB-communicatie en de politie

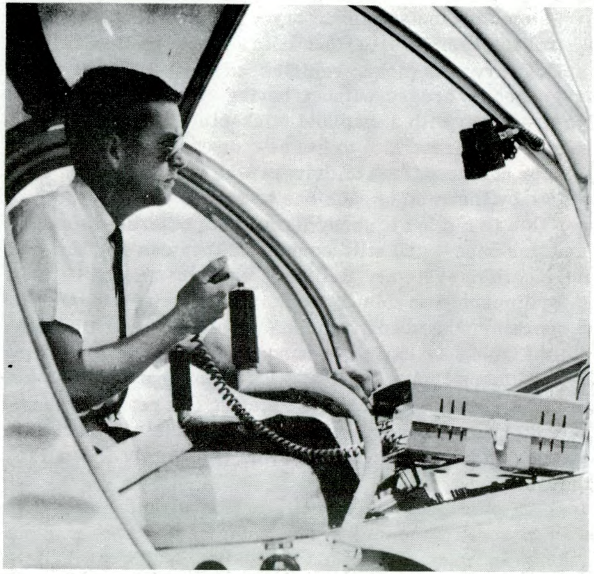
De samenwerking tussen CB-amateurs en de politie is zeer waardevol gebleken. Col. S.S. Smith, politiecommandant in Missouri, maakte twee jaar geleden bekend, dat alleen al in augustus 1975, in zijn gebied meer dan 8.443 maal een beroep om hulp via de CB-kanalen gedaan werd. „Onze politieauto's en ambulances bereiken momenteel sneller de plaats van het ongeval en kunnen hun eerste hulp taken beter vervullen", voegde hij er aan toe.

Missouri is een van de eerste staten van Amerika, die CB-communicatie niet alleen in auto's maar ook aan boord van politiehelikopters ingevoerd heeft. Ongeveer 10% van alle zelfstandige politiesectoren is al van CB-apparatuur voorzien, en zoals twee functionarissen van de politie in St. Louis mij verzekerden zal het aantal snel groter worden.

In b.v. Duitsland is de politie er nog ver van af, CB-apparatuur voor dit doel in te voeren, maar men duldt de hulp van CB-amateurs wel. Hoe het in Nederland wordt moet nog worden afgewacht. Het succes van de amerikaanse collega's, bij het bestrijden van de criminaliteit en de snellere hulp bij ongevallen zijn zo bekend, dat ook de politie in Europa zich eens van de hulp van CB-communicatie zal bedienen.

1.2.3 CB-communicatie op het water

Sportvissers gebruiken hun CB-apparatuur voor de communicatie met het vaste land en tussen boten onderling. Men wisselt informatie uit over het weer en over de beweging van scholen vis. Uiteraard wordt er tussendoor ook een praatje gemaakt om de tijd te doden. „Ik heb al



Afb. 4: Met CB-apparatuur uitgeruste patrouillewagen in Florida. Ook de politie in Missouri gebruikt in de regel zowel in haar patrouillewagens als in haar helikopters CB-apparatuur

vaak mijn plannen moeten veranderen omdat in die buurt waar ik wilde gaan vissen plotseling een onweer opstak. Als ik geen zend/ontvang-apparatuur aan bord had gehad om mijn familie daarover te informeren, zou dat veel onaangenaamheden gehad kunnen hebben", vertelde een leraar en aktief sportvisser, uit de omgeving van de Middelandse Zee, mij.

Afb. 5: Een moeder staat via CB-communicatie in kontakt met haar kinderen, die aan het vissen zijn

Ook beroepsvissers gebruiken steeds meer CB-apparatuur, naast de normale zend/ontvangst-apparatuur die zij aan boord hebben, om

daarmee contact te onderhouden met het moederschip. In de Middelandse Zee wordt n.l. in maanloze nachten collectief in groepen, bestaande uit een moederschip en meerdere kleinere boten, gevist. De éénkoppige bemanning van deze visserbootjes (ongeveer 5 tot 7 per moederschip) konden vroeger alleen maar met behulp van een grote mosselschelp contact onderhouden. Deze „mossel-zender/ontvanger" behoort nu tot het verleden. CB-hand-apparatuur hebben op een stormachtige maier zijn plaats ingenomen.

Zelfs in Amerika is de kustwacht echter nog niet met CB-apparatuur uitgerust. Het invoeren van CB-apparatuur wordt echter wel serieus overwogen. Een politie-agent uit Mississipi vertelde mij, dat er echter al zoveel schepen van CB-apparatuur zijn voorzien, dat de waterpolitie wel gedwongen zal worden de patrouilleboten ook van CB-apparatuur uit te rusten. Men denkt er zelfs aan een eigen kanaal voor de kustwacht te reserveren.

1.2.4 De mogelijkheden met CB-communicatie

CB-communicatie biedt mogelijkheden voor iedereen tussen zeven en zeventig jaar oud. Daarvan zijn duizenden voorbeelden te noemen. Eugen Fröhlich, een oude man, heeft zeventien jaar in het ziekenhuis doorgebracht en ligt sedert 1960 thuis. Hij heeft door CB-communicatie weer contact met de buitenwereld gekregen. Een CB-vriend uit West-Duitsland, die sinds twee jaar in Italie woont, schreef mij onlangs:

„Tenslotte wil ik nog vermelden, dat ik in Rome een jonge man heb leren kennen, die met behulp van zijn zendapparatuur weer heeft leren spreken. Hij is spastisch en heeft van een vriend een apparaat cadeau gekregen om op die manier een beetje uit zijn rolstoelisolement te komen.

Twee jaar geleden heb ik voor het eerst gehoord dat hij probeerde te praten en ik kan nu zeggen dat het niet lang meer zal duren of hij zal vloeiend kunnen spreken. Tot zover over het belang van CB".

Ook jonge en gezonde mensen maken echter, om uit hun isolatie te komen, gebruik van CB-communicatie. Wat op straat of ergens anders niet mogelijk is — iemand anders zomaar met jij en jou aan spreken — is bij de CB-communicatie zonder meer mogelijk.

Verbindingen beginnen meestal met het uitwisselen van informatie over waar men zich bevindt en de ontvangstkwaliteit. Zelf gekozen roepnamen — „Electra", „Pluto", „Apollo 4", „Ikarus", „Andro-

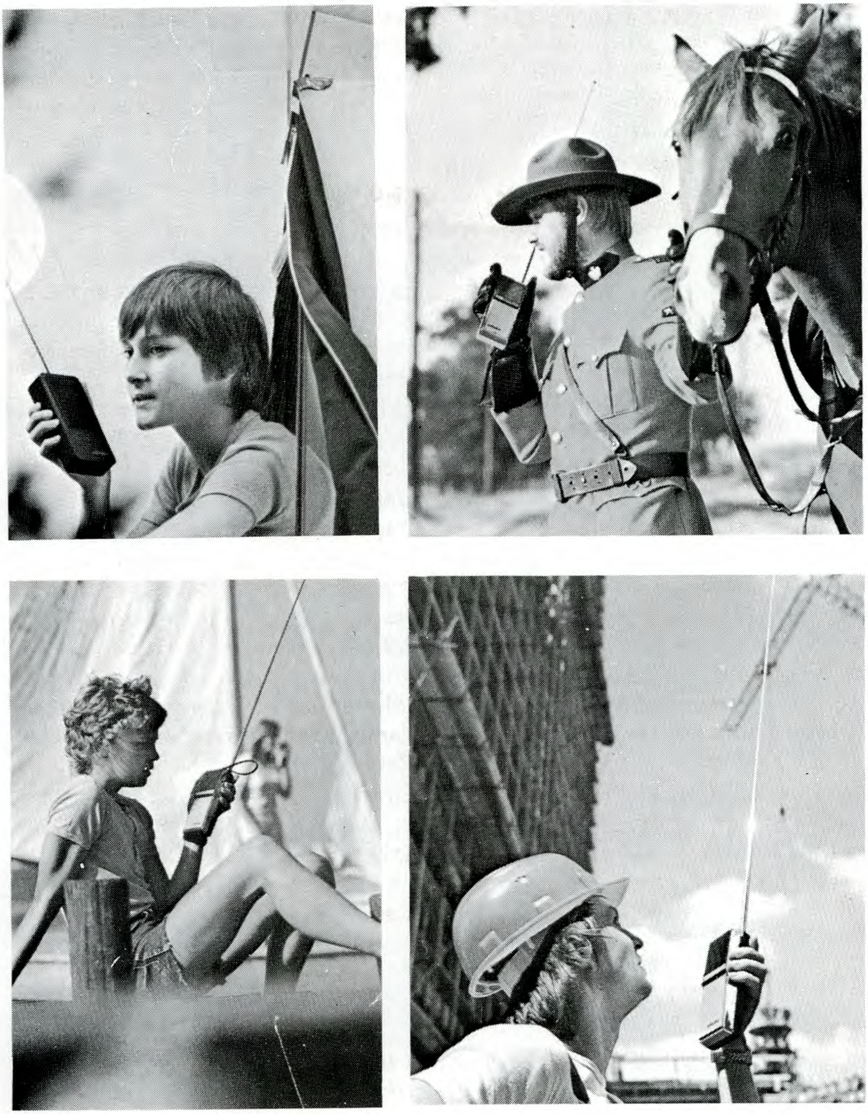
meda", „Sibylle I", „Sibylle II", „Bravo Whisky" — maken het zoeken naar een bepaalde gesprekspartner gemakkelijker en beschermen de anonimiteit. Er wordt over alles wat CB-vrienden op het hart hebben gesproken — en dat is niet weinig. De ene wil van gedachten wisselen over aktuele politieke gebeurtenissen, een andere wil over zendtechniek praten, terwijl een derde een baantje of een vriendin zoekt, aan gespreksstof ontbreekt het werkelijk niet.

1.2.5 CB-communicatie en de landbouw

De CB-communicatie speelt een belangrijke rol bij de amerikaanse landbouw. De enthousiaste verhalen van de amerikaanse boeren maakt duidelijk, dat CB-apparatuur tot de inventaris van menige boerderij behoort. In het hoofdgebouw van de farm wordt een vaste post geinstalleerd, terwijl de traktoren en vrachtwagens, als ook het personeel op de boerderij mobiel uitgerust zijn. Vaak heeft men op een boerderij twaalf of meer CB-zender/ontvanger om de communicatie tussen de landbouwers onderling mogelijk te maken. Meer en meer namen de farmers echter ook onderling contact met elkaar op via hun CB-apparatuur, om vooral in geval van nood (brand, ziekte enz.) sneller hulp te kunnen bieden. Hoe belangrijk een dergelijk communicatiemiddel voor de amerikaanse boeren is, is trouwens alleen goed te begrijpen voor diegenen die de amerikaanse omstandigheden kennen. Vaak zijn de afstanden, binnen het gebied van één boerderij zo groot, dat men om tijd te sparen, vaak alleen op het draadloos met elkaar praten is aangewezen. Billy Carter, de broer van de amerikaanse president, zei laatst tijdens een interview, dat zowel hij als ook zijn zoon op hun boerderij met succes CB-apparatuur toepassen. Hij benadrukte, dat het toegestane zendvermogen nog steeds te gering is, waardoor de toepassingsmogelijkheden van de CB-apparatuur aanmerkelijk worden beperkt. Indirekt werd hij hierdoor een voorvechter van het verhogen van de CB-zendvermogengrens, die in Amerika momenteel bij 4 watt ligt.

1.2.6 CB-communicatie en sport

Beoefenaars van verschillende takken van sport, zijn zeer geïnteresseerd in CB-communicatie. Paardrij-, fiets- en zeilverenigingen hebben b.v. CB-apparatuur om contact te onderhouden met de sportbeoefenaars, die onderweg zijn, om zo eventueel noodzakelijke hulp te kunnen bieden.



Afb. 6: **Het toepassen van CB-apparatuur is niet aan grenzen gebonden. Hier enige toepassingsvoorbeelden**

Veel bergbeklimmers gebruiken CB-apparatuur om contact te onderhouden met bergstations en mede-bergbeklimmers. CB-apparatuur bewijst ook jagers onschatbare diensten. Als men in landen woont waar CB-communicatie nog niet is toegelaten, zijn dit soort CB-gebruikers bereid geweldige sommen geld uit te geven om de zo zeer begeerde apparatuur van een toerist te kopen. Bij een bezoek aan zo'n land heb ik onlangs het enorme interesse in en de grote kennis van deze mensen over CB-communicatie in landen waar CB-communicatie wel is toegestaan, als Amerika, Nederland en Duitsland, zelf kunnen vaststellen.

Afb. 7: CB-communicatie en sneeuwscooters. Ook hier worden veelvuldig CB-apparaten toegepast

1.3 CB-Communicatie: Brug naar echt zendamateurisme

CB-amateurs behoren tot de grote familie van zendamateurs, die in de volgende groepen onderverdeeld kan worden:

- Geliencenceerde zendamateurs
- Luisteraars op de kortegolf amateurbanden (SWL 3)
- Luisteraars naar kortegolfomroepzenders uit de gehele wereld (BCL 3)
- CB-amateurs, die zendapparatuur voor de 11 m-band hebben.

Ondanks het feit dat er voor het samengaan van alle zendamateurs nog een behoorlijk aantal barrières genomen dienen te worden, is het niet verkeerd op te merken, dat te hopen is dat binnen afzienbare tijd, een verbroedering tussen de CB-amateurs en de gelicenseerde zendamateurs zal gaan plaats vinden.

Hierbij dient echter vooropgesteld te worden dat de hobby-zendamateur zichzelf het benodigde aanzien geeft. Kameraadschap, zenddiscipline en de bereidheid, medemensen in noodsituaties te helpen, behoren tot de voornaamste voorwaarden daarvoor. Wie de ontwikkelingen binnen CB-kringen echter oplettend volgt, zal niet kunnen bestrijden, dat aan veel van deze voorwaarden binnen de CB-familie al wordt voldaan en dat de situatie in toenemende mate verbetert.

CB-communicatie kan voor vele zendvrienden de deur naar zendamateurisme worden.

Wie zich, door de CB-communicatie, de eerste kennis van de zendtechniek en vooral van de zend-bedrijfstechniek eigen gemaakt heeft, kan door het afleggen van een eenvoudige test de zendmachtiging voor de 2-meter band behalen. Dat dit herhaaldelijk is gebeurd is de schrijver uit ervaringen uit de eerste hand bekend. Na het behalen van deze machtiging kan men zonder verdere belemmeringen een geschikt 2-meter apparaat aanschaffen en behoort men tot de groep van gelicenceerde zendamateurs.

1.4 Toekomstperspectieven van CB-communicatie

Alhoewel de CB-communicatie in Nederland nog in de kinderschoenen staat, is het CB-en net als in Westduitsland reeds een geliefde hobby voor jong en oud geworden. Dit wordt onderstreept door de eerder genoemde getallen, die echter in verhouding tot de amerikaanse nog maar

Afb. 8: **Voorbeelden van nieuwe generatie CB-apparatuur in Amerika (40 kanalen)**

wat bescheiden afsteken. In het geboorteland van het CB-idee heeft CB-communicatie namelijk dimensie's bereikt, die niemand enkele jaren terug nog voor mogelijk had gehouden.

Indien men zich een realistische voorstelling over de toekomst van de CB-communicatie wil maken dient men ook een blik over de Atlantische Oceaan te werpen en de amerikaanse statistieken en ontwikkelingstendenzen te bestuderen.

Als men de amerikaanse CB-experts moet geloven, dan telt Amerika reeds meer dan twintig miljoen CB-amateurs. Dat is echter nog niet genoeg. Het opzetten van CB-relaisstations en het vrijgeven van een tweede CB-band op een hogere frequentie moeten voor een nog grotere explosievere ontwikkeling van de CB-communicatie zorgen.

Op dit moment overweegt men telefoonaansluitingen op CB-relaisstations te maken. Of dit algemeen ingevoerd zal gaan worden hangt nog af van enkele proeven die nog lopen. Eerst moet echter de z.g. familie-vaste-post nog algemeen ingevoerd worden.

Momenteel beschikt ieder achtentwintigste amerikaans gezin, al over een vaste post voor de onderlinge communicatie in vriendenkring en familieverband. Volgens de experts zal binnen enkele jaren echter ieder tweede gezin een vaste post hebben om met familieleden in de auto of op de boot enz. contact te kunnen onderhouden. Verdeelinstallaties in de woning zullen in de nabije toekomst de totale CB-communicatie mobelijk maken. De experimenten in deze richting zijn reeds uitgevoerd.

Dit zijn echter allemaal aan de aarde gebonden activiteiten, waarvan de realisatie met grote zekerheid is te verwachten. Persoonlijk zie ik echter nog grotere en interressantere mogelijkheden voor de CB-communicatie als men de wereldruimte mee in beschouwing neemt. Al sedert enige tijd speel ik met de gedachte van een sateliet voor CB-communicatie. Dit idee is zonder meer te realiseren, als, voor de noodzakelijke frequentie-omzetter, een tweede CB-band ter beschikking staat. Veel van mijn lezers zullen weten, dat gelicenseerde zendamateurs tot op heden met succes reeds zeven satelieten gelanceerd en voor hun doelein en gebruikt hebben [1]. Terwil met nadruk de ontwikkeling van nog meer amateursatelieten afgewacht wordt. Er kan dus niets op tegen zijn, dat ook CB-amateurs in de toekomst van hun eigen CB-sateliet gebruik kunnen maken, om de communicatie niet alleen in de direkte omgeving, maar ook van continent tot continent mogelijk te maken.

[1] zie: Stratis Karamanolis: „OSCAR-Amateurfunk-Satelitten", München 1976.

2 CB-communicatie in Europa en de wet

2.1 Algemeen

Terwijl in Amerika de CB-communicatie zoveel mogelijk vrijgegeven is en ook wetterlijk hetzelfde is geregeld, bleek het in Europa niet mogelijk te zijn een standaard wet voor CB-communicatie in te voeren. Dit is dan ook de reden dat men in diverse landen de meest verschillende regels aantreft.

Toch zijn we echter nu zo ver, dat in verschillende landen van Europa de CB-amateurs tenminste hun hobby mogen uitoefenen. De weg naar deze „kleine“ stap was echter lang en vol doornen.

Het heeft ongeveer 16 jaar geduurd, tot de in het jaar '58 in Amerika geboren CB-communicatie, ook in Europa vaste grond onder de voeten kreeg.

Dit gebeurde in 1974, toen de CEPT op een conferentie in Lissabon, de aanbeveling gaf zendapparatuur voor spraakoverdracht in de 11-m band toe te laten. (De CEPT is een internationale commissie van Westeuropese P.T.T. instanties. Deze commissie ontwerpt richtlijnen, die door de aangesloten landen, rekening houdend met de nationale omstandigheden, nageleefd en in praktijk omgezet worden). De bedoelde aanbeveling had de volgende inhoud:

1. Het gebruik van radiotelefonen PR 27 behoort rechtens te worden toegelaten (algemene machtiging); indien de wetgeving en de regelementen van het betrokken land zich hiertegen verzetten, zouden persoonlijke machtigingen moeten worden verleend, onder zo weinig mogelijk beperkende voorwaarden.
2. Voor het gebruik van radiotelefonen PR 27 geldt een minimum leeftijd, die door de Administraties wordt vastgesteld op grond van hun nationale regelementen.
3. De radiotelefonen PR 27 kunnen, hetzij als basisstations, hetzij als mobiele stations te land worden gebruikt; zij kunnen draagbaar zijn of als vast station zijn geinstalleerd.
4. Verbindingen zijn toegestaan tussen schepen, tussen schepen en stations te land en tussen twee punten van eenzelfde schip.

Tabel 2: CB-kanalen volgens de aanvullende CEPT-aanbevelingen

kanaalnummer	frequentie (MHz)	kanaalnummer	frequentie (MHz)
1	26,965	17	27,165
2	26,975	18	27,175
3	26,985	19	27,185
A	26,995	D	27,195
4	27,005	20	27,205
5	27,015	21	27,215
6	27,025	22	27,225
7	27,035	E	27,235
B	27,045	F	27,245
8	27,055	23	27,255
9	27,065	G	27,265
10	27,075	24	27,275
11	27,085		
11 A	27,095		
12	27,105		
13	27,115		
14	27,125		
15	27,135		
C	27,145		
16	27,155		

De nieuwe toe te laten apparatuur mag echter slechts een zendvermogen hebben, dat de 500 mW niet overschrijdt.

De kosten zijn: een éénmalige betaling van 500 B.fr. als dossierrechten, 90 B.fr. legesgelden (takszegels) en een zendvergunning van 540 B.fr.

Toeristen op doorreis mogen zonder daarvoor een vergunning te moeten aanvragen hun CB-apparatuur bij zich hebben.

2.2.2 Denemarken

In Denemarken is CB-communicatie toegestaan. Hier gelden zelfs de

aanvullende CEPT-voorschriften (zie Tabel 2). Het zendvermogen is welliswaar op maximaal 0,5 W beperkt, maar wel mogen gerichte antennes toegepast worden. Kanaal 11 A is als noodfrequentie gereserveerd. Toeristen mogen hun CB-apparatuur tijdens hun vakantie in Denemarken pas gebruiken nadat hiervoor een machtiging is afgegeven. De aanvraag voor deze machtiging moet minstens een maand voor het begin van de reis aan het volgende adres worden gestuurd:

Post-og Telegrafenvassenet
1 Tekniske Kontor
Farvergade 17
DK-1000 Kobenhavn K

Uit de aanvraag moeten fabrikaat en type van het CB-apparaat, aantal kanalen, het gebied waar de apparatuur gebruikt zal gaan worden, als ook de duur van het gebruik, duidelijk blijken. Bovendien moet men een kopie van de in het eigen land geldende machtiging bijsluiten.

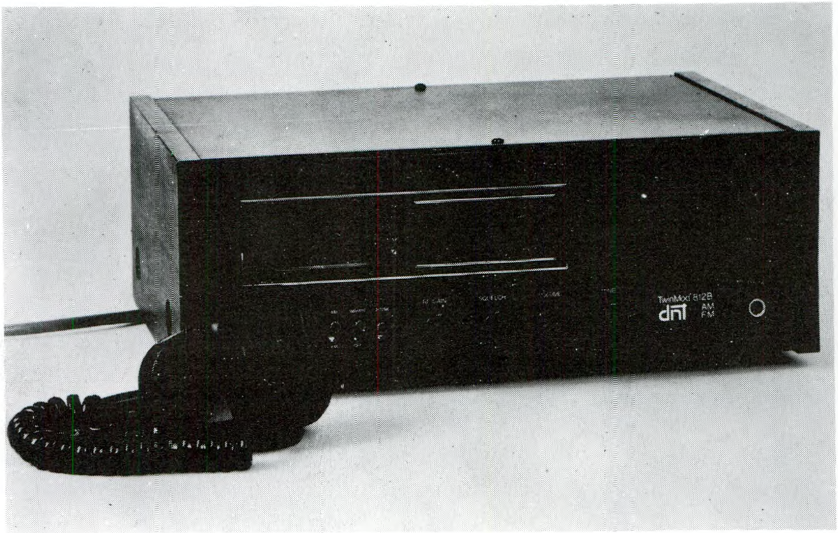
2.2.3 W-Duitsland

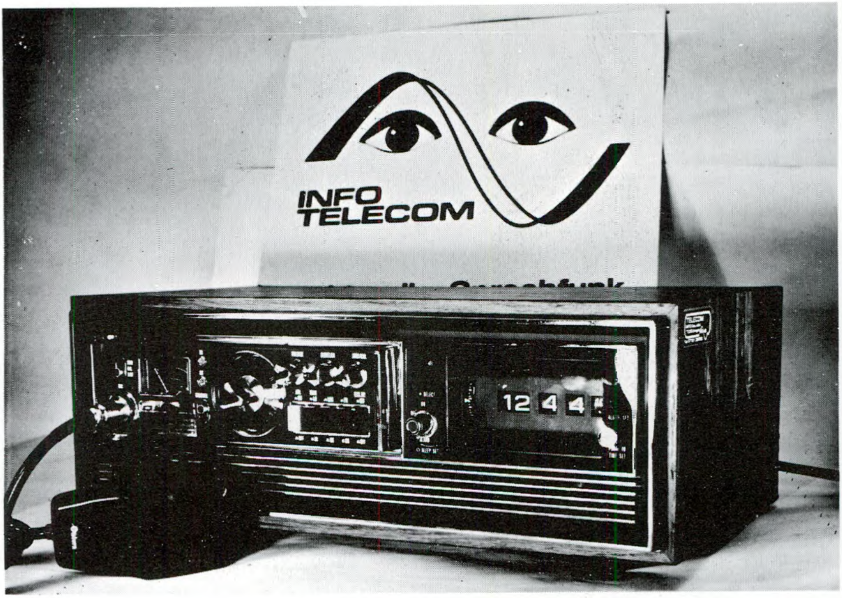
In W-Duitsland is CB-communicatie al sedert juli 1976 op 12 kanalen toegestaan (Kanaal 4 tot 15). In afwijking van Nederland geldt in W-Duitsland dat zowel AM als FM modulatie is toegelaten. Het maximale zendervermogen is geheel overéénkomstig de CEPT-aanbevelingen 0,5 W. Buitenlanders mogen hun CB-apparatuur, zonder dat daar verdere vergunningen voor nodig zijn mee op vakantie in Duitsland nemen.

Machtigingsgelden zijn in Duitsland alleen voor de vaste posten te voldoen. (t.w. DM 15,— per maand). Voor mobiele en draagbare apparatuur behoeft men niets te betalen.

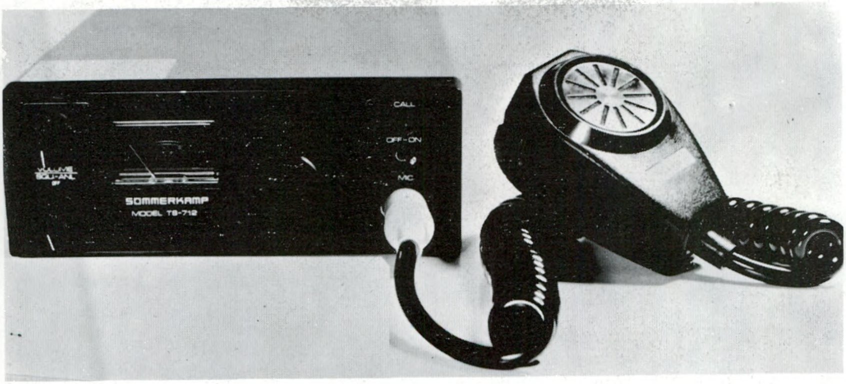
2.2.4 Engeland

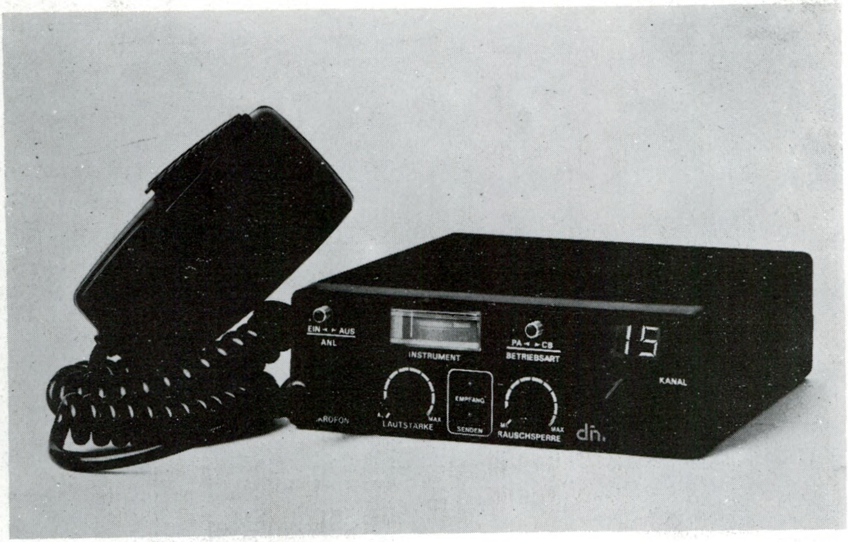
In Engeland is CB-communicatie vooralsnog niet toegestaan. Toeristen krijgen echter op aanvraag een machtiging voor invoer en het gebruik van hun CB-apparatuur. Voorwaarde is dat men beschikt over het z.g. „ATA-Carnet", dat bij de Nederlandse Kamer van Koophandel aangevraagd kan worden. De aanvraag over de machtiging om CB-apparatuur tijdelijk te mogen gebruiken, is aan de hierna volgende instantie te





Afb. 10: Voorbeelden van vaste posten





Afb. 11: Voorbeelden van mobiele posten met 12 kanalen

Afb. 12: Voorbeelden van draagbare apparatuur

zenden:

Home Office
Amateur Licensing Dept.
Waterloo Br
London SE 1, Great-Britain

2.2.5 Finland

In Finland is CB-communicatie voorlopig nog niet toegestaan. Buitenlandse toeristen mogen echter hun CB-apparattur tijdens hun verblijf, na voorafgaande toestemming, in Finland gebruiken. De aanvraag hiertoe is minstens vier, beter echter zes weken voor aanvang van de reis op te sturen aan:

Posti-ja Lennatinhallitus
Radio-osasto
PL 511
SF-00101 Helsinki 10

De aanvraag dient, evenals in de voorgaande gevallen, duidelijke gegevens te bevatten over technische specificaties van het ingevoerde apparaat, als ook over de plaats en tijd waar het gebruikt zal gaan worden.

2.2.6 Frankrijk

In Frankrijk is CB-Communicatie slechts beperkt vrijgegeven. Het zendvermogen mag b.v. de 100 mW niet overschrijden, terwijl alleen draagbare apparatuur (de z.g. Walkie-Talkies) is toegelaten met een maximale antennelengte van 1,5 m. Maar één kanaal van deze apparatuur mag van een kristal voorzien zijn, zodat men een ander kristal moet plaatsen als men van kanaal wil wisselen. De keuze van het kanaal is vrij in het bereik van kanaal 1 tot 27. Jaarlijks moet men voor een machtiging F.fr. 141 betalen.

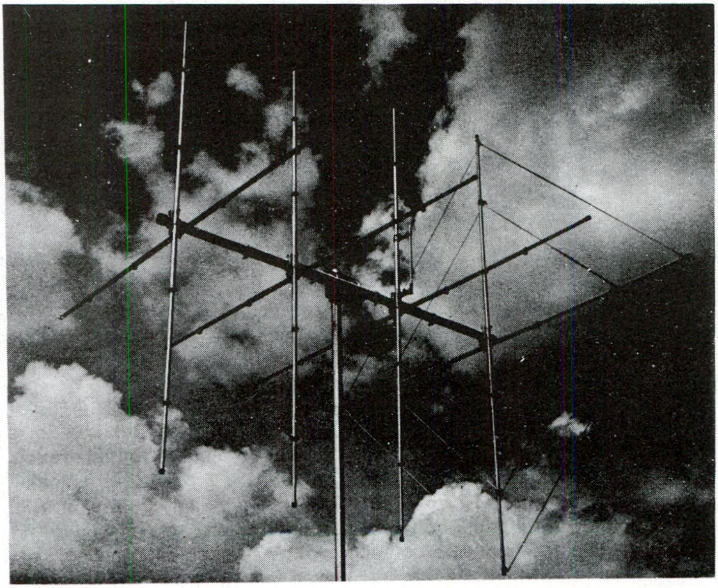
Het gebruik van CB-apparatuur door buitenlandse toeristen is verbonden aan een speciale machtiging. Deze wordt verleend door:

Service des Postes Prives
Immeuble PTT-Bercy
F-75584 Paris, Cedex 12

De aanvraag, die geruime tijd voor aanvang van de reis moet worden ingediend, moet van een copie van de in het eigen land geldende machtiging voorzien zijn, terwijl de tijd dat de apparatuur in bedrijf zal zijn nauwkeurig aangegeven dient te worden.

2.2.7 Griekenland

Ook in Griekenland is CB-communicatie slechts beperkt vrijgegeven. Alleen de leden van een griekse CB-club krijgen een zendmachtiging.



Afb. 13: Richtingsgevoelige antennes voor CB-communicatie zijn in verschillende landen toegestaan (b.v. Italie)

Momenteel proberen ook andere clubs, b.v. de ELPA (de nederlandse

ANWB) voor hun leden resp. voor hun eigen dienstauto's een zendmachtiging te krijgen. Het griekse Ministerie voor Verkeer, dat ook voor het zendverkeer verantwoordelijk is, bestudeerd deze situatie momenteel serieus en het is dan ook niet uitgesloten, dat de CB-communicatie dan ook algemeen vrijgegeven wordt.

Momenteel mogen, onder de bestaande restricties CB-apparaten met 40 kanalen en een zendvermogen van 5 watt gebruikt worden.

Afb. 14: Voorbeelden van SSB-CB-apparaten met 40 kanalen. SSB-CB-apparatuur, vooral die met 40 kanalen, zijn momenteel in Amerika zeer in trek

Voor toeristen is het erg moeilijk in Griekenland een zendmachtiging te krijgen.

2.2.8 Italie

In Italie is op 23 kanalen CB-communicatie toegelaten. Alle soorten modulaties en antennes zijn toegelaten. De machtigingsgelden, die per familie berekend worden, bedraagt 15.000 Lire. Toeristen kunnen voor de duur van hun verblijf een machtiging aanvragen, maar moeten een

borgsom van 25% van de aanschaffingsprijs van hun apparatuur betalen op het moment dat men de italiaanse grens passeert . Het maximaal toegelaten zendvermogen is 5 watt. De benodigde aanvraag dient ingediend te worden bij:

Circolo delle Costruzioni Telegrafiche e
Telefoniche

van de steden Ascona, Bari, Bologna, Bolzano, Cagliari, Florence, Palermo, Rome, Sulmona, Triest, Turijn. Verder dient men 2.000 Lire op de rekening van de betreffende P.T.T.-directeur (Direzzione Provinciale Poste e Telegradi) over te maken.

2.2.9 Luxemburg

In Luxemburg is CB-communicatie toegestaan. Het zendvermogen van de apparatuur mag echter niet meer dan maximal 100 mW bedragen. Voor het bedrijven van CB-apparatuur is een officiele machtiging nodig. De aanvraag voor de machtiging moet vergezeld gaan van een verklaring waarom men van CB-apparatuur gebruik wil maken. Argumenten zoals: voor hobby- of sportdoeleinden, enz, zijn echter reeds voldoende.

Buitenlandse toeristen kunnen op aanvraag een machtiging verkrijgen van de luxemburgse P.T.T. Bij aanvraag dient een copie van de nederlandse machtiging bijgesloten te worden. Het CB-apparaat dient bij binnenkomst aangemeld te worden. Hierbij kan het betalen van een borgsom worden verlangd.

2.2.10 Nederland

Op 3 maart 1980 is in Nederland de Machtigingsregeling voor Algemene Radio Communicatie (MARC) van kracht geworden. Dit beteken, dat iedere CB-amateur vanaf die datum zijn hobby legaal kan beoefenen.

Alleen door de nederlandse P.T.T. goegekeurde apparatuur zal gebruikt mogen worden.

Het maximale zendvermogen is 0,5 watt terwijl slechts van FM-modulatie gebruikt gemaakt mag worden. Dit betekent dat andere in het buitenland gebruikte apparatuur met AM-modulatie in Nederland niet gebruikt mag worden.

Het gebruik van de apparattur is verbonden aan een op het postkantoor te verkrijgen machtiging.

De frequentieband komt overeen met de door de CEPT aanbevolen band. Voor CB-communicatie zijn 22 kanalen, ofwel het aantal kanalen volgens de aanvullende CEPT-aanbeveling, vrijgegeven (zie voor de kanalen en frequenties Tabel 2).

Richtingsgevoelige antennes zijn in Nederland niet toegelaten.

2.2.11 Noorwegen

In Noorwegen is CB-communicatie ook toegestaan. Het zendvermogen is vastgesteld op 5 watt. Kanaal 11 A is als noodfrequentie gereserveerd.

Buitenlandse toeristen kunnen op aanvraag een machtiging voor het gebruik van hun apparatuur tijdens hun vakantie in Noorwegen verkrijgen bij:

Direction Generale des Telecommunication
de Norvège
Postbus 6071, St. Olavs pl.
N-Oslo 1

2.2.12 Oostenrijk

Sinds 1 januari 1978 is CB-communicatie in Oostenrijk vrijgegeven, echter wel met de beperking, dat alleen mobiele apparatuur gebruikt mag worden. Dat de P.T.T. angstig is voor het toelaten van vaste posten hangt samen met de mogelijkheid van storingen op radio's en TV-apparatuur. De argumenten zijn technisch gezien echter zo zwak, dat het niet lang meer zal duren of ook in Oostenrijk zal van vaste posten gebruikt gemaakt mogen worden.

Ook buitenlandse toeristen krijgen in Oostenrijk toestemming voor het gebruiken van hun CB-apparatuur tijdens de vakantie. De aanvraag daartoe dient na aankomst in Oostenrijk ingediend te worden bij de plaatselijke P.T.T. instanties. De aanvraag dient naast de persoonlijke gegevens van de aanvrager ook gegevens te bevatten over de technische eigenschappen van de apparatuur en het doel waarvoor de apparatuur gebruikt zal gaan worden. Ook dient men op te geven waar en voor hoe lang de apparatuur tijdens het verblijf in Oostenrijk gebruikt zal gaan worden. Bovendien dient en vaste verblijfsplaats in Oostenrijk vermeld te worden en moet een copie van de in Nederland geldende machtiging overlegd worden.

2.2.13 Portugal

In Portugal is CB-communicatie sedert 1978 vrijgegeven op 40 kanalen en met een maximaal zendvermogen van 5 watt. Ook zijn alle soorten antennes en DX-verbindingen toegelaten, terwijl men van alle modulatiesoorten gebruik mag maken.

Buitenlandse toeristen kunnen een tijdelijke vergunning aanvragen bij de algemene P.T.T.-Directie te Lissabon.

Direcoao dos Servicos de Telecomunicacoes
Rua Conde Redondo, 79
Lisboa 1, Portugal

2.2.14 Spanje

In Spanje is CB-communicatie toegelaten. De onlangs opgerichte CB-federatie, de „Club Catala de la Banda de 27 MHz" (Barcelona, 51 1° 3°, P.O. Box 208, Mataro (Barcelona) Espana), kan verdere inlichtingen verstrekken.

Een tijdelijke CB-machtiging kan aangevraagd worden bij:

Sign. Dir. Gen. de los Correos y Telegrafos
Plaza de la Cibeles
Madrid, Espana

Aan de grens moet wel een borgsom worden betaald. Sinds 1978 mogen onze spaanse CB-collega's nu zes kanalen met AM-modulatie en een maximaal vermogen van 3 watt gebruiken. Een echte CB-wet is er echter nog niet.

2.2.15 Zweden

In zweden is CB-communicatie toegelaten. De CEPT-aanbevelingen zijn hier volledig van kracht. Dat wil zeggen 23 kanalen, AM-modulatie, SSB en binnenkort ook FM-modulatie. Kanaal 11 A is als noodkanaal gereserveerd.

De machtigingskosten bedragen per jaar 35 Kronen waarvoor men, per familie, dan 7 toestellen mag bezitten.

Op de kanalen 1 tot 10 mag men slechts met een maximaal vermogen van 100 mW werken, terwijl voor de draagbare apparatuur de grens bij 700 mW ligt. In het totaal werden reeds 130 000 machtigingen uit-

gegeven. De kanalen 16 en 18 zijn in Zweden voor SSB gereserveerd.

Helaas is het in Zweden voor toeristen niet mogelijk een zendvergunning te krijgen.

2.2.16 Zwitserland

In Zwitserland is CB-communicatie slechts beperkt vrijgegeven en heeft men een officiele vergunning van de overheidsinstanties nodig. Het maximale zendvermogen is 100 mW, terwijl men geen gebruik mag maken van vast opgestelde antennes.

Buitenlandse toeristen kunnen, indien zij één maand voor hun vertrek naar Zwitserland een aanvraag insturen een tijdelijke vergunning verkrijgen. Deze aanvraag is te richten aan:

A Monsieur Ie Dir. Gen. P.T.T.
Victoriastrasse, 21
CH-3000 Bern, Suisse

2.3 De interpretatie van de P.T.T.-voorschriften

Ook in Nederland zullen er interpretatieverschillen over de CB-wetgeving ontstaan (of in de toekomst nog ontstaan) tussen CB-amateurs en de P.T.T.-instanties. Hetgeen hierna echter is vermeld, geldt voor Westduitsland, maar zal zeker ook voor nederlandse CB-amateurs nuttige informatie bevatten. Hetzelfde geldt voor het daarna volgende hoofdstuk 2.4 (Oproep- en Noodkanaal).

Steeds worden weer gevallen van meningsverschillen tussen CB-amateurs en P.T.T.-personeel bekend, v.w.b. de interpretatie van de bestaande machtigingsvoorschriften voor CB-apparatuur.

Het gaat ons er hier niet om, één van beide partijen in het gelijk te stellen, maar wij willen er op deze manier alleen toe bijdragen, dat de bestaande interpretatieverschillen meer bespreekbaar worden, waardoor beter begrip voor elkaars situatie opgebracht kan worden.

Eerst enige woorden over een thema dat vaak onderwerp van uitvoerige discussie's is. Het zendvermogen van CB-stations. Het voorschrift luid:

Zendvermogen is 0,5 W
Opgenomen vermogen is 2 W ± 30 %

Beide specificaties voeren vaak tot de eerder genoemde menings-

verschillen tussen P.T.T. en CB-amateurs, en wel om de volgende redenen:

De specificatie zendvermogen kan betrekking hebben op de gemoduleerde draaggolf of op de ongemoduleerde draaggolf. Als de ongemoduleerde draggolf van een CB-apparaat 0,5 W heeft, zal het zendvermogen, als het apparaat door de P.T.T. gemoduleerd wordt gemeten, de voorgeschreven grens van 0,5 watt zeker overschreiden. Het is duidelijk, dat hier verschillen in interpretatie van de voorschriften kunnen optreden (zie noot). Vanuit technisch oogpunt gezien zal bij dergelijke specificaties altijd van een ongemoduleerde draaggolf uitgegaan worden. Als dit niet wordt bedoeld, dient duidelijk aangegeven te worden bij welke modulatiediepte gemeten dient te worden (b.v. 75 of 90 %).

Ook de specificatie van het opgenomen vermogen (2 W ± 30%) kan tot geschillen leiden. Deze specificatie betekent, dat CB-apparatuur met een opgenomen vermogen van 2,6 W nog toegelaten wordt.

Andere problemen treden op, als iemand een voorversterker voor het ontvangstgedeelte van zijn CB-apparaat wil opnemen of een microfoon met een voorversterker wil aansluiten. Hierbij is het volgende nadrukkelijk op te merken: Het later inbouwen van aktieve elementen in een goedgekeurd apparaat, b.v. de genoemde voorversterker, is zonder meer verboden. Of dit verbod terecht is of niet zullen we hier dan ook niet ter discussie stellen. Technisch gezien kan een voorversterker voor het ontvangstgedeelte nauwelijks storingen veroorzaken. Anders ligt dit bij een microfoon met een voorversterker. Hierdoor kan namelijk overmodulatie ontstaan, waardoor in de zender niet toelaatbare harmonischen opgewekt worden, die andere verbindingen op andere frequenties storen.

Tot slot nog enkele woorden over de defenities van vaste en mobiele posten.

De in vrachtwagens geinstalleerde apparatuur vormt een mobiele post. Voor deze apparatuur heeft men, in Duitsland, dus geen machtiging nodig. In een caravan geinstalleerde apparatuur, die in principe niet van de mobiele post verschilt, wordt daarentegen niet tot de mobiele posten gerekend. Allereerst dient voor zo'n post toestemming van de P.T.T. worden verkregen, terwijl ook nog 15 D-mark per maand

noot vertaler:

In Nederland zal voor wat dit betreft geen meningsverschil kunnen optreden, aangezien alleen FM-modulatie is toegelaten.
Hetgeen hier beschreven is heeft duidelijk alleen betrekking op AM-gemoduleerde systemen.

betaald dient te worden. Als argument voert de duitse P.T.T. aan, dat dit station, geheel overéénkomstig de verkeersvoorschriften, niet tijdens het rijden bedient mag worden, zodat ze ondanks het feit dat ze in principe mobiel is, tot de vaste posten gerekend moet worden.

2.4 Oproep- en noodkanaal

Wie de laatste jaren de heftige discussie's onder de CB-amateurs in Duitsland, over het invoeren van een oproep- en een noodkanaal gevolgd heeft, die weet hoe aktueel dit onderwerk nog steeds is. Een ontelbaar aantal debatten en evenzoveel schriftelijke reacties hebben geprobeerd met deze bitter omstreden discussiepunkten af te rekenen.

Uit de vaak onvruchtbare theorien is tot nu toe alleen naar voren gekomen, dat van de vele mogelijkheden in de 11-m band, de kanalen 9 en 15 voor het oproep- en noodkanaal in aanmerking komen. Er bestaat wat dat betreft tenminste nog hoop, dat eens een gelijkluidende stelling in ons, in bondsstaten verdeelde buurland ingenomen wordt.

Allereerst kan men het niet eens worden over het feit of één en hetzelfde kanaal gelijktijdig als oproep- als ook als noodkanaal kan dienen, of dat voor dit doel twee verschillende kanalen gereserveerd moeten worden.

Ik was en ben nog steeds van mening, dat op dit moment de tijd nog niet rijp is, dat voor het oproep- en het noodkanaal hetzelfde kanaal gebruikt wordt. Een feit is dat een heleboel CB-amateurs en in het bijzonder de meerderheid van de nieuwkomers nog niet in staat zijn de situatie bij een noodoproep te doorzien en het betreffende kanaal derhalve niet direkt vrij zullen maken.

Op deze plaats willen we echter niet op een beslissing die nog genomen moet worden vooruitlopen. De praktijk zal moeten bewijzen of het samenvoegen van het oproep- en het noodkanaal doelmatig is. Op dit ogenblik gaat het op de eerste plaats daarom, de van elkaar verschillende meningen onder één noemer te brengen en een voor het hele land acceptabele oplossing te vinden.

Een verder strijdpunt wordt, voor het geval de functies oproep en noodoproep uit elkaar getrokken zullen worden, welk kanaal als oproep en welk kanaal als noodkanaal zal gaan dienen. In het verleden heb ik de gelegenheid gehad, in CB-clubs, afspraken over dit thema bij te wonen en ben daardoor getuige geweest van de meest verschillende beslissingen. Terwijl van de ene club 85% van de leden voor kanaal 15 als oproepkanaal besluit, wordt in een andere club met een meerderheid van 90% besloten dat kanaal 9 als oproepkanaal dienst zal gaan doen.

Van de kant van de overheid is voor het oplossen van deze problemen geen hulp te verwachten. Deze heeft alleen de kanalen in de 11-m band voor CB-communicatie vrijgegeven en laat het aan de CB-amateurs zelf over hoe zij deze kanalen willen gaan gebruiken. De CB-apparatenindustrie neigt er toe kanaal 9 algemeen als oproep- en noodkanaal in te voeren. Eigenlijk dient de voorkeur om technische redenen naar kanaal 15 uit te gaan. Deze gronden zijn echter nog maar voor een beperkte tijd geldig. Kanaal 15 ligt momenteel, in Duitsland, nog aan het einde van de CB-band, bij het uitbreiden van het aantal kanalen in de CB-band zal ook in Duitsland kanaal 15 midden in de band komen te liggen. Het argument bij storing of noodsituaties ,,alleen de knop maar naar links draaien", valt dus weg.

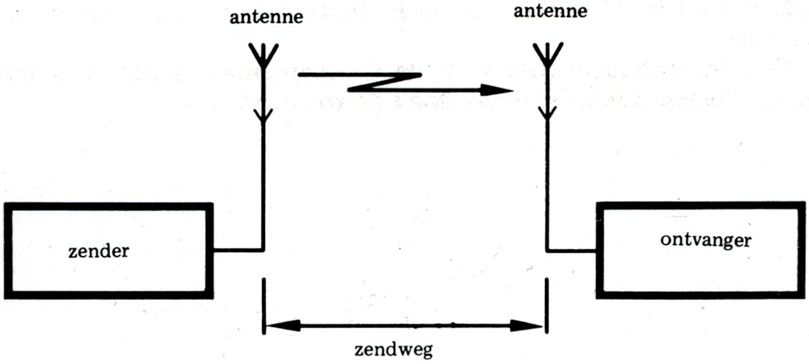
Om de reeds lang noodzakelijke beslissing over het oproep- en het noodkanal te nemen, bestaat er slechts één mogelijkheid: Het door het hele land eens worden over kanaal 9 en 15. Wie het initiatief neemt om het over dit punt eens te worden, zal er van te voren zeker van durven zijn, dat hij de CB-communicatie in Duitsland een grote dienst heeft bewezen.

Ook in Nederland zullen als de CB-communicatie wat meer ingeburgerd is zeker dergelijke discussie's de kop op steken.

3 CB-zendtechniek en CB-apparatuur

3.1 Algemeen

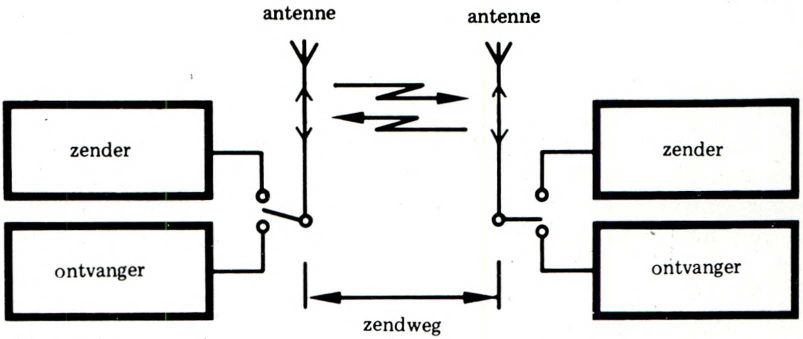
CB-apparatuur functioneert in principe net als andere zend/ontvangst-apparatuur. Zij zijn alleen goedkoper dan de commerciele mobilofoons en portofoons en mogen alleen in de wetterlijk vrijgegeven kanalen in de 11-m band zenden.



Afb. 15: Principe-schema van een-wegsverbinding

Zendamateurs en met de zendtechniek vertrouwde lezers weten, dat voor iedere verbinding twee apparaten, een zender en een ontvanger nodig zijn (zie afb. 15). De zender wekt een hoogfrequentsignaal (HF-signaal) op, dat met spraak, muziek of een ander laagfrequent-signaal (LF-signaal) gemoduleerd aan de antenne wordt toegevoerd. De antenne straalt dit gemoduleerde HF-signaal uit waardoor een elektromagnetischveld ontstaat. Een zich in dit elektromagnetische veld bevindende antenne neemt het HF-signaal op en voedt daarmee een ontvanger. De ontvanger verwerkt het van de antenne geleverde signaal en levert aan zijn uitgang, zo te zeggen het eindprodukt, het oorspronkelijk aan de zender toegevoerde LF-signaal. Een dergelijke

verbinding noemt men een „éénweg-verbinding", omdat de gewenste informatie (het LF-signaal) alleen in één richting (zender → ontvanger) overgebracht kan worden.



Afb. 16: Principe-schema van een twee-wegsverbinding

Afbeelding 16 geeft daarentegen het principeschema van een „tweeweg-verbinding" weer. Hierin bestaat ieder station uit een zender, een ontvanger en een door de zender en ontvanger gemeenschappelijk gebruikte antenne. Antennes van dit type, die met behulp van een schakelaar direkt achter de zender en direkt voor de ontvanger aangesloten worden, noemt men zend/ontvangstantennes.

In de praktijk is de antenne steeds aan de ontvanger aangesloten en wordt indien noodzakelijk, op de zender omgeschakeld. Deze omschakeling gebeurt door het bekrachtigen van de, normaliter in de microfoon ingebouwde, zendschakelaar. Deze schakelaar noemt men in vakkringen de PTT-schakelaar of wel de Push-To-Talk schakelaar.

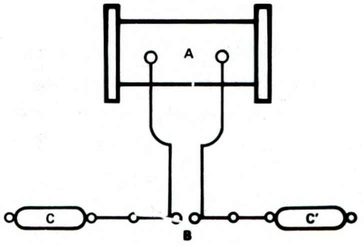
Voor een zendverbinding zijn altijd de volgende elementen nodig:

- Elektromagnetische Golven
- Antenne
- Zender
- Ontvanger

3.2 De zender

In het „Deutsches Museum" in München kan de bezoeker heden ten dage de apparatuur bewonderen, die Heinrich Hertz tussen 1885 en

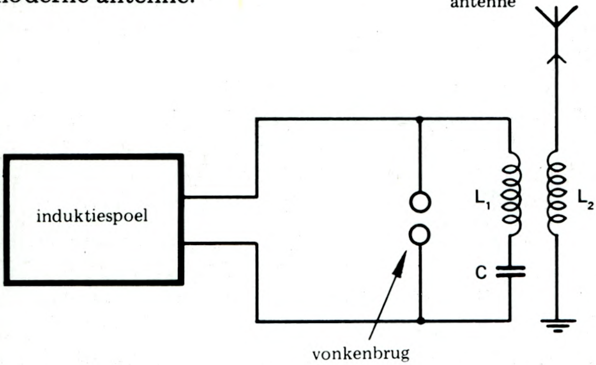
1889 gebruikte om het bestaan van elektromagnetische golven te bewijzen en daarmee de opzienbarende theorie van Maxwell te bevestigen. Onder deze apparatuur bevindt zich ook de eerste met mensenhanden gebouwde zender, waarvan het schema in afb. 17 gegeven is.



Afb. 17: De eerste zender van Heinrich Hertz

Hierin stellen de metalen cilinders C C' een condensator voor, die door de transformator A (destijds nog „Inductorium" geheten), opgeladen en aansluitend over de vonkenbrug B ontladen wordt. Tijdens deze ontlading ontstonden de elektromagnetische golven. De primaire wikkeling van deze transformator werd vanuit een gelijkspanningsbron, die door een schakelaar afwisselend onderbroken werd, gevoed. Dat was alles.

Later paste Marconi hetzelfde principe toe om met elektromagnetische golven informatie over te brengen. Hij verving alleen de condensator C C' door een stuk draad en werd daarmee de uitvinder van de moderne antenne.



Afb. 18: De zender van Braun met een vonkenbrug, een resonantiekring L_1C en een antenne

De beslissende stap voor het vervolmaken van de zender nam echter Prof. Braun in 1889, door de resonantiekring in te voeren (afb. 18). Het voordeel van de zender van Braun, ten opzichte van het model van Heinrich Hertz was, dat de door Braun toegepaste condensator C een veel grotere capaciteit had, dan de door Hertz toegepaste condensator C C'. Er ontstonden

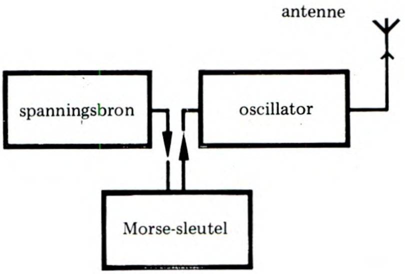
daardoor grotere ontladingen over de vonkenbrug, waardoor grotere hoeveelheden energie uitgestraald werden. De bedrijfsfrequentie van de zender werd bepaald door de resonantiefrequentie van de kring L_1C. De spoel L_2 dient slechts als inductieve koppeling tussen zender en antenne.

Na de zender van Braun volgden zendertypen met draaistroomgeneratoren of vlambogen, tot aan het begin van de twintigste eeuw de triodebuis werd uitgevonden.

De ontdekking van de transistor (1947) tenslotte leidde een nieuw tijdperk in de elektronica in. Hiermee veranderde ook de zendtechniek. Grote vermogens en hoge bedrijfsfrequenties zijn voor alsnog de buis voorbehouden, die daarom, bij het bouwen van zenders, haar plaats naast de transistor behouden heeft. Voor CB-apparatuur, waarbij de bedrijfsfrequentie niet boven de 27 MHz uitkomt, voldoen transistoren.

3.2.1 Zendertypes

Tegenwoordig zijn er voor uiteenlopende toepassingen vele verschillende zendertypes, die soms ook belangrijk van elkaar verschillen. In principe is een zender nog steeds op het zelfde principe gebasseerd en brengt nog steeds informatie van welke aard en vorm dan ook over met behulp van elektromagnetische golven. Hieruit volgt dat een zender minstens over een eenheid beschikken moet, die HF-trillingen kan opwekken (oscillator). Welke extra hulpmiddelen hier nog bij komen, hangt af van het feit hoe complex de eisen zijn die aan de zender gesteld worden.



Afb. 19: Principeschema van een eenvoudige zender

De meest eenvoudige zender bestaat uit een simpele oscillatortrap die direkt met een antenne is verbonden, die de opgewekte HF-energie uitstraalt. (afb. 19)

De informatieoverdracht komt tot stand, doordat de door de oscillator opgewekte hoogfrequentgolven (ook draaggolf genoemd) door een morsesleutel in het ritme van de morsesignalen in- en uitgeschakeld

worden. Voor het draadloos overbrengen van informatie zijn derhalve een oscillatortrap, een morsesleutel en een antenne voldoende.

Een moderne zender beschikt echter over nog meer trappen, die uiteenlopende functies vervullen; afbeelding 20 toont het principeschema van zo'n zender. De zender bestaat uit een oscillatortrap, een buffertrap (scheidingstrap), een HF-versterker (die op zich uit meerdere trappen kan bestaan), een modulator, de spanningsverzorging en een antenne. Tussen oscillator- en buffertrap kunnen ook nog verschillende frequentieverdubbelaartrappen geschakeld worden, om de vaak lage oscillatorfrequentie naar een hoger liggende bedrijfsfrequentie om te zetten.

3.2.2 De zender en haar eigenschappen

De kwaliteit van een zender kan uit zijn eigenschappen (specificaties) afgeleid worden. De belangrijkste specificaties zijn:

3.2.2.1 Uitgangsvermogen

Het uitgangsvermogen is één van de meest karakteristieke eigenschappen van een zender. Zij geeft aan, welk HF-vermogen de zender aan de antenne levert. Zij kan afhankelijk van de grootte gegeven worden in milliwatt (mW), watt (W) of kilowatt (kW).

3.2.2.2 Bedrijfsfrequentie/frequentiestabiliteit

Net zoals het uitgangsvermogen, is ook de bedrijfsfrequentie van het grootste belang voor de beoordeling van een zender. Afhankelijk van het bereik wordt zij gegeven in kHz, MHz of GHz.

Bij de bedrijfsfrequentie wordt altijd de frequentiestabiliteit vermeld. De stabiliteit wordt altijd in relatieve getallen uitgedrukt. Zo betekent b.v.

— Bedrijfsfrequentie 28,1 MHz
— Frequentiestabiliteit $\pm 5{,}10^{-5}$,

dat de zendfrequentie welliswaar gemiddeld 28,1 MHz bedraagt, maar dat deze met een bedrag $\pm 28{,}1 \times 10^6 \times 5 \times 10^{-5} = \pm 1405$ Hz van de gespecificeerde waarde kan afwijken.

3.2.2.3 Harmonischen

Onder harmonischen verstaat men stoorsignalen, die een zender naast zijn eigenlijke signalen uitzendt.

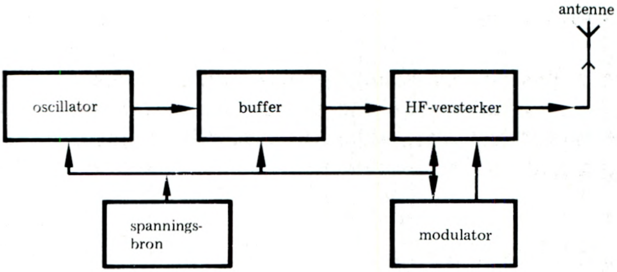
Met het begrip harmonischen worden niet alleen de even harmonischen van de toegepaste oscillatoren, frequentievermenigvuldigers enz, bedoeld, maar ook ongewenste modulatiesignalen die buiten het vastgelegde modulatiespectrum liggen.

3.2.2.4 Modulatiefrequentie

De specificatie „modulatiefrequentie" vertelt iets over het frequentiebereik waarmee de betreffende zender gemoduleerd kan worden. De modulatie-gevoeligheid op haar beurt zegt iets over de spanning of het vermogen, die nodig is om de zender te kunnen moduleren.

3.2.2.5 Soorten modulatie/modulatie eigenschappen

Niet als laatste moeten de modulatiesoorten van een zender tot de karakteristieke eigenschappen van een zender worden gerekend. We



Afb. 20: Principeschema van een moderne zender

onderscheiden b.v. AM, FM, PM, SSB enz. modulatie. Voor het beoordelen van een zender is deze algemene kennis over zijn modulatie-eigenschappen van doorslaggevende betekenis.

3.2.2.6 Rendement

Het rendement van een zender is de verhouding tussen het afgegeven

en opgenomen vermogen. Het rendement is in het bijzonder zeer belangrijk voor zenders die vanuit batterijen worden gevoed, aangezien hiervan de bedrijfskosten afhangen.

3.2.2.7 Bedrijfsspanning/opgenomen stroom

De specificaties voor bedrijfsspanning en opgenomen stroom zijn voor een zender, net zoals bij ieder ander elektrisch apparaat, onmisbaar, aangezien hieruit de noodzakelijke informatie voor het bepalen van het type stroombron: batterijen, accu's of andere bronnen, blijkt.

3.2.2.8 Bedrijfstemperatuur

De gespecificeerde bedrijfstemperatuur geeft aan binnen welke temperatuursgrenzen de zender nog goed blijft functioneren.

3.2.2.9 Gewicht/afmetingen

Voor transport- en montagedoeleinden worden gewicht en afmetingen van de apparatuur gespecificeerd.

3.2.3 De modulatie

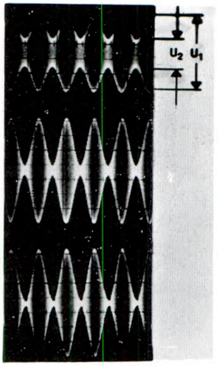
Modulatie is het proces, waardoor het over te brengen LF-signal (b.v. spraak, muziek enz.) op het HF-signaal opgeslagen wordt. Er zijn verschillende methodes van moduleren. Bij CB-apparatuur wordt alleen gebruik gemaakt van amplitude — (AM) en frequentie - (FM) modulatie.

3.2.3.1 Amplitudenmodulatie

Bij amplitudemodulatie wordt, zoals het woord reeds zegt, door het opgemoduleerde LF-signaal, de amplitude van de draaggolf beinvloed. Afbeelding 21 laat de verandering van de amplitude van de draaggolf, afhankelijk van de variatie van de amplitude van het modulatiesignaal (LF-signaal), zien. De verhouding

$$\frac{U1 - U2}{U1 + U2}$$

noemt men de modulatiediepte m.



Afb. 21: Amplitudemodulatie

Deze wordt in procenten uitgedrukt, waarvoor de volgende formule geldt:

$$m\ \% = \frac{U1 - U2}{U1 + U2} \times 100$$

Als men deze formule vergelijkt met afbeelding 21, dan is gemakkelijk vast te stellen, dat de modulatiediepte m één ofwel 100% wordt, als de amplitude van het modulatiesignaal gelijk wordt aan de amplitude van de draagolf.

Verder verhogen van de amplitude van het LF-signaal voert tot overmodulatie (afb. 21 onder) en daarmee tot vervorming.

Vervorming kan echter ook optreden door niet-lineariteit van de modulator, door slecht aanpassen van de eindtrap aan de antenne, enz.

Afgezien van de mogelijkheid de vervorming te schatten aan de hand van eenvoudig luisteren naar het gedemoduleerde signaal, zijn er ook methodes om de vervorming exact kwalitatief, met behulp van speciale meetapparatuur, te bepalen.

Als men een amplitudegemoduleerd signaal met behulp van eenspektrumanalysator bekijkt, dan stelt men vast, dat zo'n signaal altijd uit een draaggolf met twee zijbanden bestaat.

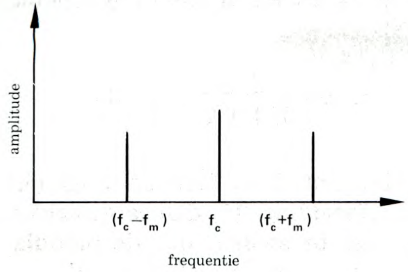
Als b.v. de draagolf fc met een LF-signaal fm gemoduleerd wordt, dan ontstaan altijd de signalen fc, (fc + fm) en (fc - fm) (zie afb. 22).

Als de draaggolffrequentie fc 27 MHz is en de modulatiefrequentie fm = 7,5 kHz, dan kunnen, we op het scherm van een spektrumanalysator, de volgende frequenties waarnemen:

f 1 = fc = 27 MHz
f 2 = (fc + fm) = 27,0075 MHz
f 3 = (fc - fm) = 26,9925 MHz

Als men de draaggolffrequentie constant laat en de modulatiefrequentie varieert, dan verandert het frequentiespektrum zodanig, dat de zijbanden (fc + fm) resp. (fc - fm) dichter bij of verder van de draaggolffrequentie af komen te liggen. (zie afb. 22).

Als men daarentegen de modulatiediepte m varieert, dan wijzigen zich de amplitudes van fc, (fc + fm) en (fc - fm), de zijbanden (fc + fm)



Afb. 22: Frequentiespectrum van een amplitude-gemoduleerd signaal

en (fc - fm) blijven echter altijd kleiner dan de amplitude van de draaggolf. De amplitude van de zijbanden blijven overigens ten opzichte van elkaar even groot en komen overeen met een amplitude die men met navolgende eenvoudige formule kan berekenen:

$$m \cdot U_O / 2$$

Hierin in U_O de amplitude van de ongemoduleerde draggolf.

Gaan we nu over tot de praktijk met amplitude-gemoduleerde signalen. Het zendvermogen van een draaggolf wordt op grond van de modulatie met een LF-signaal fm in drie vermogensdelen (Pc, Pm1, Pm2) gesplitst. Deze zijn proportioneel met het kwadraat van de spanning U_O.

Als men zo'n signaal met een daarvoor geschikte ontvanger ontvangt, dan is het vermogen van de draaggolf onbruikbaar, aangezien in deze draaggolf geen over te brengen informatie (het LF-signaal) zit. Met andere woorden de draaggolf is geen informatiedrager. We kunnen alleen de signalen (fc + fm) en (fc - fm), die aan elkaar gelijk zijn, gebruiken. Uit één van beiden zijbanden moet derhalve de gewenste informatie teruggewonnen worden. Hierdoor blijft het grootste gedeelte van het zendvermogen van een amplitudegemoduleerdsignaal ongebruikt. Alleen dat gedeelte van het vermogen, dat in één zijband zit, is voor het terugwinnen van het over te brengen bericht van belang.

De verhouding tussen het nuttige vermogen Pm1 of Pm2 en Pc bedraagt: $Pm/Pc = m^2/4$. Bij m = 1 komt dit dus overeen met 1/4 van het zendvermogen van een ongemoduleerde draaggolf. Deze verhouding wordt natuurlijk slechter, als de modulatiediepte m kleiner dan 1 wordt (zie tabel 3).

Uit tabel 3 blijkt, dat de signaal/ruisverhouding aan de uitgang van de ontvanger altijd kleiner is dan de signaal/ruisverhouding aan de ingang van dezelfde ontvanger. Deze bedraagt in het meest gunstige geval (m = 100%) - 6 dB.

Bij amplitudegemoduleerde signalen kan men met andere woorden bij het terugwinnen van de modulatie (demodulatie), in tegenstelling tot bij andere modulatiesystemen, geen winst, maar slechts verlies aan kwaliteit behalen. Als we b.v. aan de uitgang van een AM-ontvanger

Tabel 3: Verhouding tussen Pm/Pc en modulatiediepte

modulatiediepte (%)	Pm/Pc (dB)
100	- 6,0
90	- 6,9
80	- 7,9
70	- 9,1
60	- 10,4
50	- 12,0
40	- 13,9
30	- 16,4
20	- 20,0
10	- 26,0

een signaal ruisverhouding van 10 dB hebben (dit is een normale praktijkwaarde), dan moeten we, als de modulatiediepte de grootst mogelijke waarde m = 1 resp 100% heeft, aan de ingang van die ontvanger een signaal/ruis verhouding van 16 dB hebben. Bij m = 0,4 zou reeds een S/R-verhouding van 13,9 + 10 = 23,9 dB noodzakelijk zijn. Men kan zich derhalve dan ook de vraag stellen welke voordelen AM-modulatie „überhaupt“ te bieden heeft. Die vraag is alleen positief te beantwoorden als men bedenkt, dat amplitudemodulatie met eenvoudigere technische middelen te realiseren is en daarom voor de industrie het goedkoopste modulatiesysteem is.

Enkelzijband (SSB)

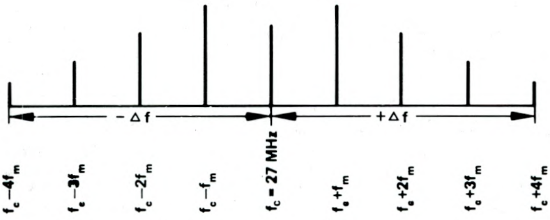
Uit het voorgaande is gebleken, dat amplitudemodulatie, voor wat betreft het vermogen en de in beslag genomen bandbreedte, in verhouding de minst economische methode is. Een groot gedeelte van het zendvermogen gaat immers voor het terugwinnen van de informatie verloren. Daarbij komt het feit, dat de bandbreedte die in het hoogfrequentspektrum in beslag genomen wordt, tweemaal zo breed is als noodzakelijk. Als het mogelijk zou zijn de draaggolf fc en één van beide zijbanden fc + fm) of (fc - fm) weg te laten en alleen één zijband uit te zenden, dan zou dus slechts de helft van het HF-spektrum nodig zijn en daarmee plaats vrijkomen voor meer kanalen. Verder zou het totale vermogen in de zijband gestopt kunnen worden, zodat een groter effektief uitgestraald zendvermogen en daarmee een grotere reikwijdte behaald zou kunnen worden. Ook zou de signaal/ruisverhouding aan de uitgang van de ontvanger verbeteren. De hier genoemde voordelen

hebben er voor gezorgd, dat deze z.g. SSB-CB-apparatuur vooral in Amerika zeer in trek is. Met het invoeren van deze SSB-technieken in de CB-communicatie is het aantal in Amerika, vrijgegeven kanalen automatisch van 40 naar 80 gegaan en het maximaal toegelaten vermogen verhoogd van 4 naar 12 W (equivalent zendvermogen). Theoretisch (m = 1) zou dit vermogen zelfs 16 watt zijn. In de praktijk rekent men echter met een modulatiediepte van ongeveer 80%, zodat dit equivalente zendvermogen niet 16 maar 12 watt is.

3.2.3.2 Frequentiemodulatie

Frequentiemodulatie is het systeem, waarbij de draaggolffrequentie fc in het ritme van de modulatiefrequentie fm gevarieerd wordt. Hierbij onstaat een afwijking Δf, die men de zwaai noemt. Als men een frequentiegemoduleerd signaal met behulp van een spektrumanalysator bekijkt, dan stelt men vast, dat, in tegenstelling tot bij een amplitudegemoduleerd signaal, niet twee maar meerdere zijbanden rechts en links van de draaggolf ontstaan.

Als voorbeeld nemen we weer aan dat een draaggolf fc = 27 MHz met



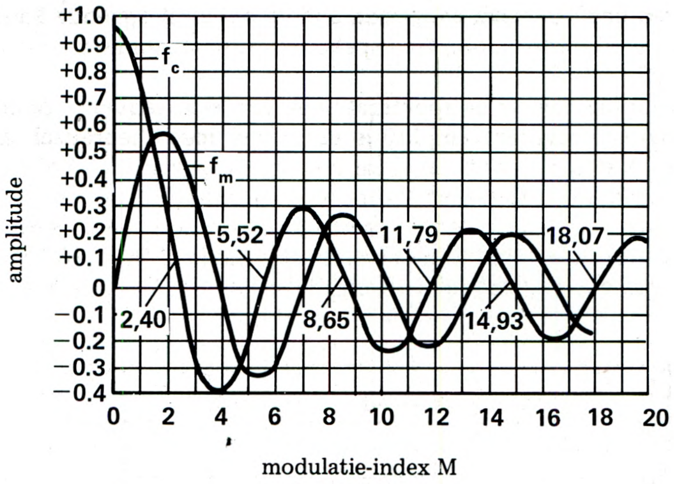
Afb. 23: Frequentiespectrum van een frequentie-gemoduleerd signaal

een modulatiefrequentie fm + 7,5 kHz gemoduleerd wordt. Door de frequentiemodulatie ontstaan in dit geval niet alleen de frequenties fc ± fm, maar ook de frequentie fc ± 2fm, fc ± 3fm enz. (zie afb. 23).

Theoretisch gaat dit frequentiespektrum links en rechts van de draaggolf door tot in het oneindige. In de praktijk worden de zich verder van de draaggolf af bevindende frequenties echter zo zwak, dat van een bepaalde amplitude af deze verwaarloosd kunnen worden.

Het frequentieverschil Δf tussen de draaggolf en de buitenste fre-

quenties links en rechts van de draaggolf, noemt men de zwaai van het frequentiegemoduleerde signaal.



Afb. 24: **Verhouding tussen modulatie-index M en de amplitude van fc en fm van een frequentie-gemoduleerd signaal**

We bekijken het FM-signaal nu aan de hand van de al eerder gebruikte getallen nog eens van de praktijkkant. De draaggolffrequentie is dus weer fc = 27 MHz en de modulatiefrequentie fm = 7,5 kHz. Bovendien nemen we aan dat de amplitude van de modulatiefrequentie fm regelbaar ist.

Zolang geen modulatie aanwezig is (de amplitude van de modulatiefrequentie is nul), verschijnt op het scherm van de spektrumanalysator alleen de draaggolffrequentie fc = 27 MHz.

Zodra de amplitude van de modulatiefrequentie fm toeneemt, verschijnen steeds meer spektraallijnen fc ± fm, fc ± 2fm, fc ± 3fm enz. Tegelijkertijd neemt de amplitude van de draaggolf af.

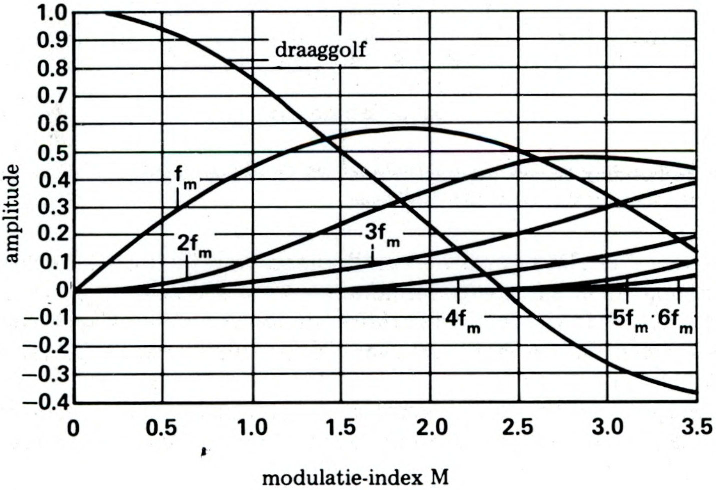
Hoe groter de amplitude van het modulatiesignaal fm wordt, des te meer de spektraallijnen links en rechts naast de draaggolf verschijnen en des te groter dus de zwaai (± Δf) wordt.

De verhouding $\Delta f/fm$ noemt men hierbij de modulatie-index M. Hoe groter de amplitude van het LF-signaal is, des te groter is ook de veroorzaakte zwaai Δf. Deze zwaai hangt echter ook van de modulatie-

frequentie fm af. Hoe groter de modulatiefrequentie fm is, des te groter wordt de afstand tussen fc ± fm, fc ± 2fm, fc ± 3fm enz. De amplitude en de frequentie van het modulatiesignaal fm bepalen dus samen de zwaai van een frequentiegemoduleerd signaal.

Het is begrijpelijk, dat men aan de maximale zwaai bepaalde wettelijke grenzen heeft gesteld, aangezien anders de naast liggende kanalen in het frequentieraster door het spektrum van vreemde zenders gestoord worden.

De verhouding tussen de spektraallijnen van een frequentiegemoduleerd signaal (de relatieve amplitude enz.) kan men theoretisch afleiden. De resultaten van deze analyse zijn weergegeven in tabel 4. Uit deze tabel zien we, dat de amplitude van de draaggolf, bij een modulatie-index van M = 0,2, ten opzichte van een ongemoduleerd signaal 1% afgenomen is en dat de amplitude van spektraallijn 1 fm 9,95% van de amplitude van het ongemoduleerde signaal bedraagt. Verdere spektraal



Afb. 25: Verhouding tussen de modulatie-index M en de amplitude van fc en fm voor M = 3,5

lijnen zoals 2 fm, 3 fm enz. zijn door de lage modulatie-index nog niet aanwezig. Bij een modulatie-index van M = 2, ziet het er totaal anders uit. Hier is de amplitude tot 22,39% van de oorspronkelijke draaggolf teruggelopen. Bovendien zijn naast 1 fm (57,67%) ook de spektraallijnen 2 fm (35,38%), 3 fm (12,89%) en 4 fm (3,41%) aanwezig. Bij

een modulatie-index van 10 telt het frequentiespektrum zelfs 14 spektraallijnen. Het minteken (-) in de tabel betekent, dat het bepaalde signaal 180° in fase gedraaid is.

Afbeelding 24 laat de verhouding tussen de modulatie-index M, de amplitude van de draaggolf, als ook de modulatiefrequentie fm zien. Men ziet hieruit, dat zowel de amplitude van de draaggolf, als ook de amplitude van de modulatiefrequentie, meerdere keren de nullijn passeren en derhalve van fase veranderen. Als men de modulatieindex laat toenemen, kunnen we op het scherm van een spektrumanalysator zien, dat zowel de amplitude van de draaggolf als ook de overige spektraallijnen toe- en afnemen.

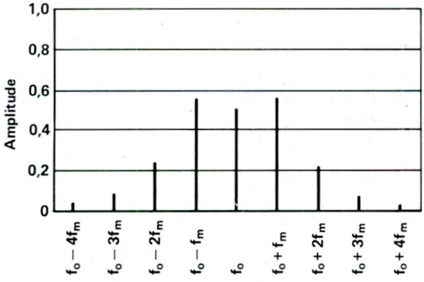
Afbeelding 25 laat een stuk van de afbeelding 24 zien en wel voor de modulatie-indexen tot 3,5 en amplitudes tot 6fm. Met behulp van dit diagram kan het spektrum van een frequentiegemoduleerd signaal goed gereconstrueerd worden.

Voorbeeld:
De modulatie-index van een frequentiegemoduleerd signaal is M = 1,5. Hoe ziet het bijbehorende spektrum eruit?

Oplossing:
In afbeelding 25 kunnen we de volgende waarden aflezen:

fc = 50%
1 fm = 55%
2 fm = 23%
3 fm = 7%
4 fm = 1% van het ongemoduleerde signaal.

Dit bepaalde frequentiespektrum is in afbeelding 26 weergegeven.



Afb. 26: Frequentiespectrum van een frequentiegemoduleerd signaal met een modulatie-index M = 1,5

Tabel 4: Modulatie-index M en amplitude van de draaggolf fc en de zijbandfrequenties van een frequentiegemoduleerd signal

modulatie index M	amplitude														
	draaggolf fc	fm	2fm	3fm	4fm	5fm	6fm	7fm	8fm	9fm	10fm	11fm	12fm	13fm	14fm
0,00	1,000														
0,01	1,000	0,005													
0,05	0,9994	0,025													
0,20	0,9900	0,0995													
1,00	0,7652	0,4401	0,1149	0,0020											
2,00	0,2239	0,5767	0,3528	0,1289	0,0341										
4,00	-0,3971	-0,0661	0,3641	0,4302	0,2811	0,3112	0,0491	0,0152							
5,00	-0,1776	-0,3276	0,0466	0,3648	0,3912	0,2611	0,1310	0,0634	0,0184						
7,00	0,3001	-0,0047	-0,3014	-0,1676	0,1578	0,3479	0,3392	0,2336	0,1280	0,0589	0,2035				
10,00	-0,2459	0,0435	0,2546	0,0584	-0,2196	-0,2341	-0,0145	0,2167	0,3179	0,2919	0,2975	0,1231	0,0634	0,0290	0,0120

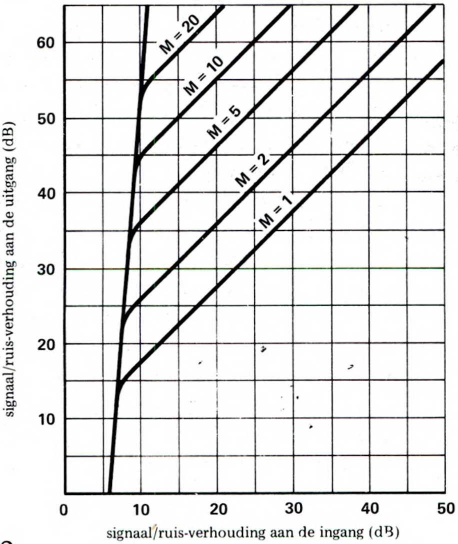
Voordelen van FM-systemen

De voordelen van het in Nederland toegepaste FM-modulatiesysteem ten opzichte van andere modulatiesystemen zijn zo duidelijk, dat het aantal FM-systemen steeds toeneemt. Enkele van deze voordelen zijn hierna genoemd:

1. Het vermogen van de modulator (modulatietrap) en daarvan afhankelijk gewicht en volume is veel kleiner dan bij AM-systemen.
2. Atmosferische en andere storingen, die bij AM-systemen in de regel storende signalen veroorzaken, hebben op FM-systemen geen invloed, aangezien deze door eenvoudige begrenzende schakelingen gemakkelijk weggesneden kunnen worden.
3. Op de zender-uitgangstrappen treden geen piekspanningen op, wat in het bijzonder voor de toegepaste transistoren van belang is.
4. FM-modulatietrappen kunnen aan elke trap van de zender, van oscillator tot eindtrap, aangesloten worden.

Verbetering van de signaal/ruis-verhoudingen bij FM-systemen

Het belangrijkste voordeel van FM-systemen ten opzichte van AM-systemen is de verbetering van de signaal/ruisverhouding aan de uitgang van een FM-ontvanger ten opzichte van de signaal/ruisverhouding aan de uitgang van een AM-ontvanger.



Afb. 27: Verhouding tussen (S/N)-ingang en (S/N)-uitgang van een FM-ontvanger

Als de signaal/ruisverhouding (S/R) aan de ingang van een FM-ontvanger S/R = 10 dB is, dan is de S/R-verhouding aan de uitgang van deze ontvanger, zoals bij AM, niet slechter,

maar beter dan 10 dB. De kwaliteit van muziek of spraak als eindprodukt van de overdracht is van deze S/R-waarde aan de uitgang van de betreffende ontvanger afhankelijk. In hoofdstuk 3.2.3.1 hebben we gezien dat bij 100% AM de helft van het draaggolfvermogen gelijkelijk over de beide zijbanden is verdeeld. Voor het terugwinnen van de overgedragen informatie (b.v. spraak of muziek) had men dus maar één zijband nodig. Het vermogen, dat in de draaggolf en in die andere zijband zit, ging voor het doel verloren. Wordt, zoals altijd het geval is, het signaal S aan de ingang van een AM-ontvanger uit het totaal uitgezonden vermogen berekent, dan moet men 6 dB (vermogensverhouding 1:4) aftrekken, om de S/R-verhouding aan de uitgang te berekenen.

Bij FM-ontvangers is de situatie anders. Hierbij is de verhouding van (S/R)-uitgang t.o.v. (S/R)-ingang altijd groter, zodra (S/R)-ingang een bepaalde grenswaarde (ongeveer 7 dB overschreden heeft (zie afbeelding 27).

3.3 De ontvanger

3.3.1 Algemeen

Het experimenteel bewijzen van het bestaan van elektromagnetische golven zou niet gelukt zijn, als Hertz destijds naast de zender ook geen ontvanger ontwikkeld had. Ook, deze ontvanger, die slechts uit een spoel met twee kogels bestaat (afb. 28) is heden ten dage in het „Deutsches Museum" in München te zien. Zodra deze eenvoudige ontvanger door elektromagnetische golven aangesproken wordt, ontstaat tussen de beide kogels een vonk. Dit bescheiden effet was voor Hertz voldoende om het bewijs te leveren.

Afb. 28: De eerste ontvanger van Heinrich Hertz

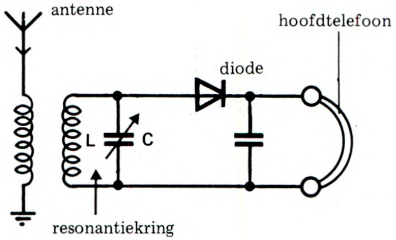
In de tijd die daarop volgde beleefde de ontvangertechniek een stormachtige ontwikkeling. Elkaar snel opvolgend werden achtereenvolgens de eenvoudige detector-

ontvanger, de audionontvanger en tenslotte de superhet-ontvanger uitgevonden. De laatste vormt nog altijd de kroon op de ontvangertechniek.

De eenvoudigste detector-ontvanger bestaat uit een antenne, een resonantiekring, een detector (diode) en een hoofdtelefoon (Afb. 29). Het door de antenne opgevangen HF-signaal wordt naar de parallelresonatiekring LC gebracht, door de detector gelijkgericht en op de hoofdtelefoon aangesloten.

Tussen de eenvoudige detector-ontvanger en de moderne superhetontvanger in heeft de relatief eenvoudige audionontvanger opgang gevonden.

Deze versterkt en demoduleert het ontvangen HF-signaal zonder enige tussenliggende frequentieomzetting en is daarom ook beter bekend onder de naam „rechtuit"-ontvanger.



Afb. 29: Eenvoudige detector-ontvanger

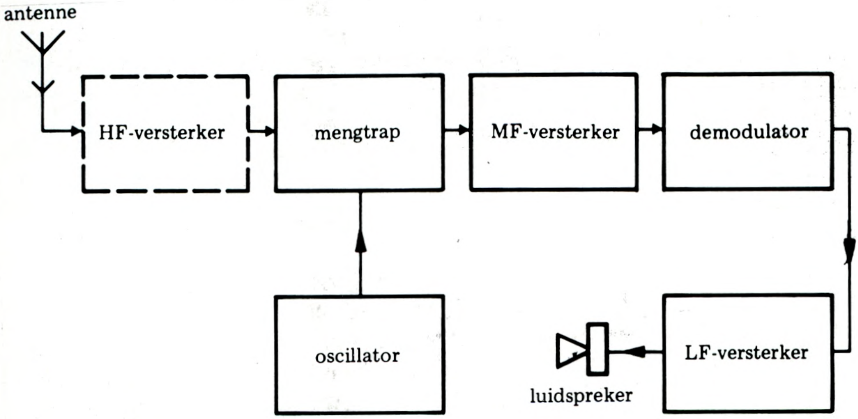
3.3.2 De superhetontvanger

In tegenstelling tot de eenvoudige rechtuitontvanger wordt bij de superhetontvanger het ontvangen HF-signaal samen met een van een oscillator afkomstig HF-signaal (met variabele frequentie) direct of na versterking door een z.g. HF-voorversterker in een mengtrap omgezet in een vaste middenfrequentie (MF).

Dit principe levert vele voordelen op. Vanaf het middenfrequentgedeelte is de ontvanger nog maar op één frequentie, de middenfrequentie, afgestemd waardoor men geen afstembare resonantiekringen meer nodig heeft zoals bij de HF-voorversterker en de variabele oscillator. Verder ligt de middenfrequentie in een lager frequentiebereik als

de ontvangstfrequentie en kan daardoor eenvoudiger versterkt worden.

Afbeelding 30 geeft het principeschema van een superhetontvanger weer. Hij bestaat uit een HF-versterker (die bij eenvoudige superhet-



Afb. 30: Principeschema van een superhetontvanger

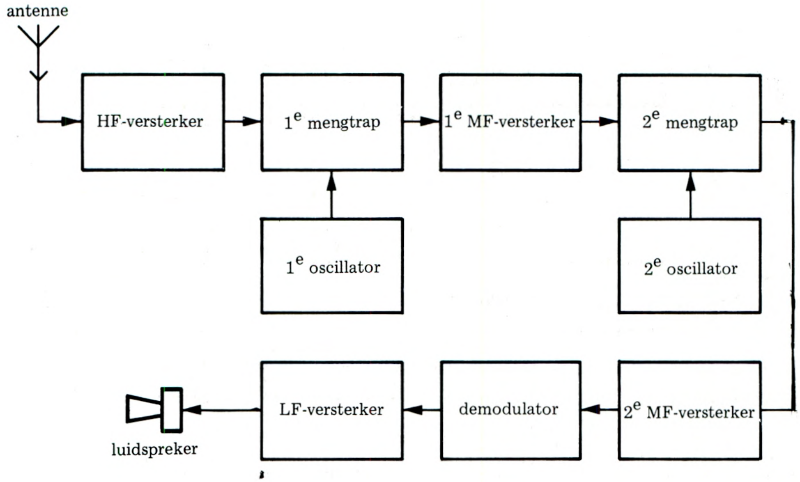
ontvangers ook ontbreken kan), een mengtrap, een oscillator, een MF-versterker (die op zich uit een of meerdere trappen kan bestaan), een demodulator, een LF-versterker (die eveneens uit meerdere trappen kan bestaan) en een luidspreker of hoofdtelefoon.

In superhetontvangers waaraan hogere eisen gesteld mogen worden, wordt het principe van dubbele frequentieomzetting toegepast. Daarbij wordt in de eerste mengtrap een middenfrequentie gevormd, die hoger is dan de normaal gebruikte middenfrequentie van 460 kHz (meestal tussen de 2 en 6,5 MHz). Hierdoor wordt een betere spiegelfrequentie-selektiviteit bereikt. De tweede middenfrequentietrap mengt naar een lagere middenfrequentie, die een betere versterking van het verkregen signaal toelaat.

Afbeelding 31 toont het principeschema van een dubbel-superhet-ontvanger. Het door de antenne ontvangen HF-signaal wordt door een HF-versterker versterkt en samen met het HF-signaal aan de eerste mengtrap toegevoerd. Aan de uitgang van deze trap ontstaat het signaal van de eerste middenfrequentie, dat, voordat het aan de tweede mengtrap toegevoerd wordt, door een MF-versterker wordt versterkt.

In deze tweede mengtrap ontstaat met behulp van het signaal uit de tweede oscillator, het tweede MF-Signaal, dat, versterkt door de tweede MF-versterker, aan de demodulator toegevoerd wordt. Het gedemoduleerde signaal tenslotte wordt door een LF-versterker versterkt voor het aan de luidspekers toegevoerd wordt.

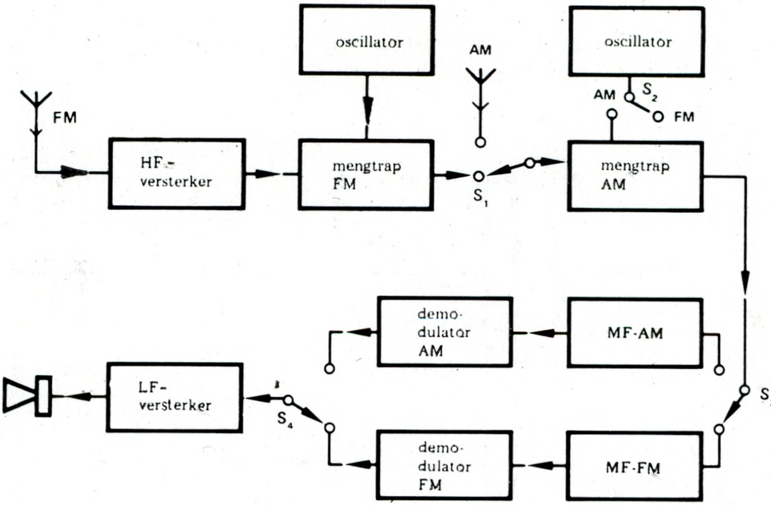
In de principeschema's van de afbeeldingen 30 en 31 worden superhet-ontvangers weergegeven die slechts voor één modulatiesoort geschikt zijn (AM of FM), aangezien zij slechts over één demodulator beschikken.



Afb. 31: Principeschema van een dubbelsuperhetontvanger

Afbeelding 32 daarentegen laat het principe zien van een superhet-ontvanger die zowel voor AM als ook voor FM geschikt is. Moderne omroepontvangers zijn haast allemaal op dit principe gebaseerd. Frequentiegemoduleerde signalen worden na de noodzakelijke versterking door een HF-versterker samen met het signaal van een oscillator aan een mengtrap toegevoerd. Het verschil in frequentie wordt zo gekozen, dat aan de uitgang een signaal, van 10,7 MHz als middenfrequentie ontstaat.

Dit signaal gaat via de schakelaar S_1 naar de AM-mengtrap. Zolang de tweede oscillator door de schakelaar S_2 afgeschakeld blijft, functioneert de AM-mengtrap als versterker voor het 10,7 MHz signaal en levert het signaal door aan de MF-HF-mengtrap. Aan de uitgang hiervan bevindt zich een FM-demodulator, die het modulatiesignaal uit het 10,7 MHz signaal haalt. Het modulatiesignaal tenslotte wordt door een LF-versterker versterkt en aan de luidspreker toegevoerd.



Afb. 32: Principeschema van een superhetontvanger voor AM- en FM-ontvangst

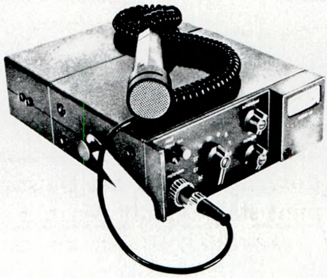
Amplitude gemoduleerde signalen worden vanaf een aparte antenne, samen met het signaal van een oscillator, aan de AM-mengtrap toegevoerd. Het frequentieverschil is zo gekozen, dat aan de uitgang van de mengtrap een signaal van 460 kHz als middenfrequentie ontstaat. Dit signaal wordt via schakelaar S_3 aan een MF-AM-trap toegevoerd. Aan de uitgang van deze trap bevindt zich een AM-demodulator, die het modulatiesignaal uit het 460 kHz AM-signaal terugwint. De gemeenschappelijke versterker voor AM en FM versterkt het LF-signaal en voert het aan de luidspreker toe.

3.3.3 Eigenschappen van ontvangers

Ook de kwaliteit van een ontvanger is uit de, doorgaans door de fabrikant gegeven, specificaties af te leiden. De meest belangrijke specificaties van een ontvanger zijn de gevoeligheid, de soorten demodulatie, de selektiviteit, de frequentie-stabiliteit, de kruismodulatie, spiegelfrequentie-selektiviteit en het ontvangstbereik.

3.3.3.1 Gevoeligheid

Een van de belangrijkste eigenschappen van een ontvanger is haar gevoeligheid, aangezien hiervan de noodzakelijke sterkte van de te ontvangen signalen afhangt. Als gevoeligheid van een ontvanger wordt dat HF-signaal aangegeven, dat aan de ingang toegevoerd moet worden, om het uitgangssignaal (spraak, muziek, beeld enz.) van een bepaalde kwaliteit te laten zijn. Voor het specificeren van de gevoeligheid van een ontvanger staan meerdere grootheden ter beschikking.



Afb. 33: Voorbeeld van een CB-apparaat waarbij men de gevoeligheid korrekt gedefinieerd heeft. De specificatie luidt: „Gevoeligheid beter dan 0,5 µV bij 10 dB signaal/ruis-afstand bij 1000 Hz, 30% modulatiediepte

Bij communicatieapparatuur wordt de gevoeligheid in het algemeen in microvolt (µV) aangegeven. Gelijktijdig worden echter waarden voor de kwaliteit van het uitgangssignaal gegeven. Zo zal in een prospectus van een ontvanger meestal staan:

Gevoeligheid 0,5 µV bij 20 dB
Signaal/Ruisverhouding aan de uitgang.

Deze specificaties betekenen, dat aan de uitgang van de ontvanger een gewenst signaal met een signaal/ruisverhouding van 20 dB verschijnt, als aan de ontvanger een HF-signaal van 0,5 µV toegevoerd wordt.

Als men volledig wil zijn, moeten ook de frequentie van het LF-signaal en de modulatiediepte aangegeven worden (zie afbeelding 33).

3.3.3.2 Selektiviteit

De op één na belangrijkste eigenschap van een ontvanger, na de gevoeligheid, is de selektiviteit. Deze parameter geeft aan met welke nauwkeurigheid een ontvanger de gewenste zender scheiden kan van een naast liggende zender. De selektiviteit van een ontvanger wordt in dB uitgedrukt. Zo betekent het b.v. als aangegeven wordt:

6 dB - punten = ± 1,5 kHz, dat signalen van ± 1,5 kHz om de middenfrequentie heen met 6 dB verzwakt worden, terwijl 60 dB = ± 5,5 kHz betekent, dat signalen op 5,5 kHz afstand van de middenfrequentie 60 dB verzwakt worden.

3.3.3.3 Stabiliteit

Ook de stabiliteit is een belangrijke eigenschap van de ontvanger. Zij geeft aan hoe lang en hoe goed de ontvanger vanaf het tijdstip dat op de zender afgestemd wordt, op dit punt stabiel blijft. Maatgevend voor de stabiliteit van een ontvanger is de stabiliteit van de resonantiekringen van de oscillator.

Des te groter de stabiliteit van deze kringen, des te groter ook de oscillator-stabiliteit en daarmee de stabiliteit van de ontvanger zelf.

Vrijlopende oscillatoren bereiken een stabiliteit in de grootte orde van 10^{-4}. Ontvangers met stabiliteitswaarden die in deze klasse liggen kunnen reeds als kwaliteitsontvangers betiteld worden.

CB-apparatuur beschikt echter over kristaloscillatoren die veel grotere stabiliteitswaarden mogelijk maken.

3.3.3.4 Frequentiebereik

De waarden die bij het frequentiebereik genoemd worden geven aan voor welke banden de ontvanger gebruikt kan worden. Dit geldt echter niet voor CB-apparatuur, aangezien bij deze het frequentiebereik identiek is aan het aantal vrijgegeven kanalen.

3.3.3.5 Kruismodulatie

Het ongewenste optreden van kruismodulatie ontstaat door niet lineaire eigenschappen van buizen en transistoren. Het aanwezig zijn van twee gemoduleerde draaggolven, met de frequentie f_1 en f_2, aan de ingang van een ontvanger heeft tot gevolg dat overspraak van de modulatie van de draaggolf f_1 op de draaggolf f_2 en omgekeerd optreedt. Dit verschijnsel noemt men kruismodulatie. De maatstaf voor kruismodulatie is de kruismodulatiefactor K, die als volgt gedefinieerd is:

$$K = \frac{\text{amplitude der stoormodulatie}}{\text{amplitude der gewenste modulatie}}$$

De kruismodulatiefactor K wordt in procenten uitgedrukt.

3.3.3.6 Spiegelfrequentieselektiviteit

Bij superhet-ontvangers wordt het ontvangen HF-signaal met de frequentie f_e in een vaste frequentie, de z.g. middenfrequent (MF) omgezet. Daarvoor is, zoals we zagen, een signaal met een variabele frequentie f_o nodig.

De MF-frequentie bedraagt in de CB-techniek 455 kHz resp. 6,5 MHz terwijl in het VHF-FM-bereik meestal 10,7 MHz toegepast wordt.

In de meeste gevallen wordt de variabele frequentie f_o zo gekozen, dat het verschil $f_o - f_1$ overeenkomt met de middenfrequentie.

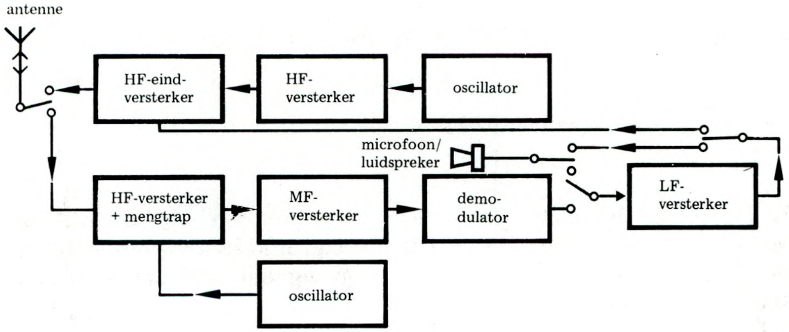
Is b.v. de ontvangen frequentie f_e = 27,005 MHz (kanaal 4), dan moet de variabele frequentie f_o = 27,005 MHz + 455 kHz = 27,460 MHz bedragen, om een middenfrequentie van 455 kHz te verkrijgen. Als nu tegelijkertijd op de ingang van de ontvanger de frequentie f_2 = f_e + 2 MF = 27,915 MHz aanwezig is, dan ontstaat in de mengtrap het frequentieprodukt $f_3 = f_2 - f_o$ = 27,915 - 27,460 = 455 kHz.

Deze ongewenste frequentie — in ons voorbeeld 27,915 MHz — noemt men de spiegelfrequentie. De eigenschap van een ontvanger, deze frequentie te onderdrukken, noemt men spiegelfrequentieselektie. Deze wordt in dB gemeten en geeft aan, hoe groot het ongewenste HF-signaal in verhouding tot het gewenste signaal moet zijn, om het gelijke LF-signaal aan de uitgang van de ontvanger te verkrijgen.

Bij kwaliteitsontvangers zijn waarden in de grootte orde van 60 dB normaal.

3.4 Gecombineerde zender/ontvanger

Zender en ontvangers hebben, zoals wij in het voorgaande toegelicht hebben, altijd een LF-versterker. Deze LF-versterker dient er bij de ontvanger voor, het reeds gedemoduleerde LF-signaal te versterken, om zo de luidspreker met voldoende vermogen te voeden. Bij een zender versterkt een LF-versterker het door de microfoon geleverde zwakke LF-signaal, om de zender te moduleren.



Afb. 34: Principeschema van een zender/ontvanger

Het spreekt voor zich, dat om economische redenen derhalve een gemeenschappelijke LF-versterker voor zender en ontvanger gebruikt wordt. De daarvoor benodigde schakeling wordt in principe weergegeven in afbeelding 34.

De gemeenschappelijke versterker is aan de ontvanger aangesloten en wordt indien noodzakelijk door een schakelaar met de zender door verbonden.

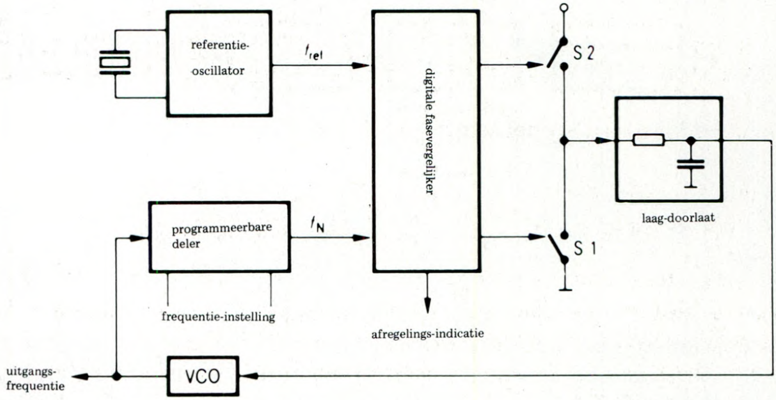
Deze schakelaar wordt bij het drukken op de zendknop automatisch mee omgeschakeld.

Bij draagbare apparatuur wordt nog een ander onderdeel, n.l. de luidspreker, gemeenschappelijk gebruikt (zie ook afb. 34).

Tijdens het ontvangen moet de luidspreker het ontvangstsignaal weergeven, terwijl hij bij het zenden als microfoon dienst doet. Alleen bij grotere zend/ontvangers worden een gescheiden luidspreker en microfoon toegepast.

Er dient hier nog vermeld te worden, dat bij veel CB-apparatuur een extra LF-oscillator, als roeptoongenerator, toegepast wordt. Deze oscillator wordt d.m.v. een aparte knop bekrachtigd. Hierbij moet men onderscheid maken tussen algemene en selektieve roeptoonsystemen. CB-apparatuur van hoge kwaliteit beschikt in het algemeen over een selektief roeptoonsysteem.

In moderne CB-apparatuur wordt tegenwoordig een frequenties-synthesizer in plaats van een kristaloscillator toegepast. Deze in proffessionele apparatuur al sedert lange tijd toegepaste technieken zijn inmiddels ook bij b.v. CB-apparaten toegepast. Dit werd mogelijk door de ontwikkelingen in de digitale technieken op het gebied van de MOS-LSI-techniek, aangezien deze componenten aanmerkelijk in prijs gedaald zijn. Bij deze apparatuur kunnen van één kristal net zoveel verschillende frequenties opgewekt worden als men wil. Het principe van een PLL-synthesizer (PLL = Phase Lock Loop) is in afbeelding 35 weergegeven.



Afb. 35: Principeschema van frequentiesynthese

De frequentie van een spanningsgestuurde oscillator VCO (Voltage Controlled Oscillator) wordt in een programmeerbare deler gedeeld en in een digitale frequentie- en fasevergelijker met een stabiele referentiefrequentie vergeleken, afhankelijk van de afwijking wordt de stuurspanning voor de VCO door sluiten/openen van de schakelaars S1 en S2 gecorrigeerd.

Als de signalen aan elkaar gelijk zijn blijft de stuurspanning konstant en oscilleert de spanningsgecontroleerde oscillator precies op de n-

voudige referentiefrequentie. Door het instellen van de delingsfaktor (n) van de programmeerbare deler kan de uitgangsfrequentie met hele veelvouden van de referentiefrequentie gevarieerd worden.

3.4.1 Bediening van CB-apparatuur

CB-apparatuur heeft in de regel een eenvoudige frontplaat en is daarom relatief gemakkelijk te bedienen.

In principe kan men de instelmogelijkheden van CB-apparatuur in twee categorieen indelen. Enerzijds heeft men de basis instelmogelijkheden, die op elk CB-apparaat aanwezig moeten zijn en anderzijds de luxe bedieningsknoppen die men alleen in de duurdere klassen vindt.

3.4.1.1 Noodzakelijke instelmogelijkheden

Bij CB-apparatuur valt hieronder de kanalenkiezer, de zendknop, de squelchinstelling, de volumeregelaar en de aan/uit knop.

De kanalenkiezer (Channel selector)

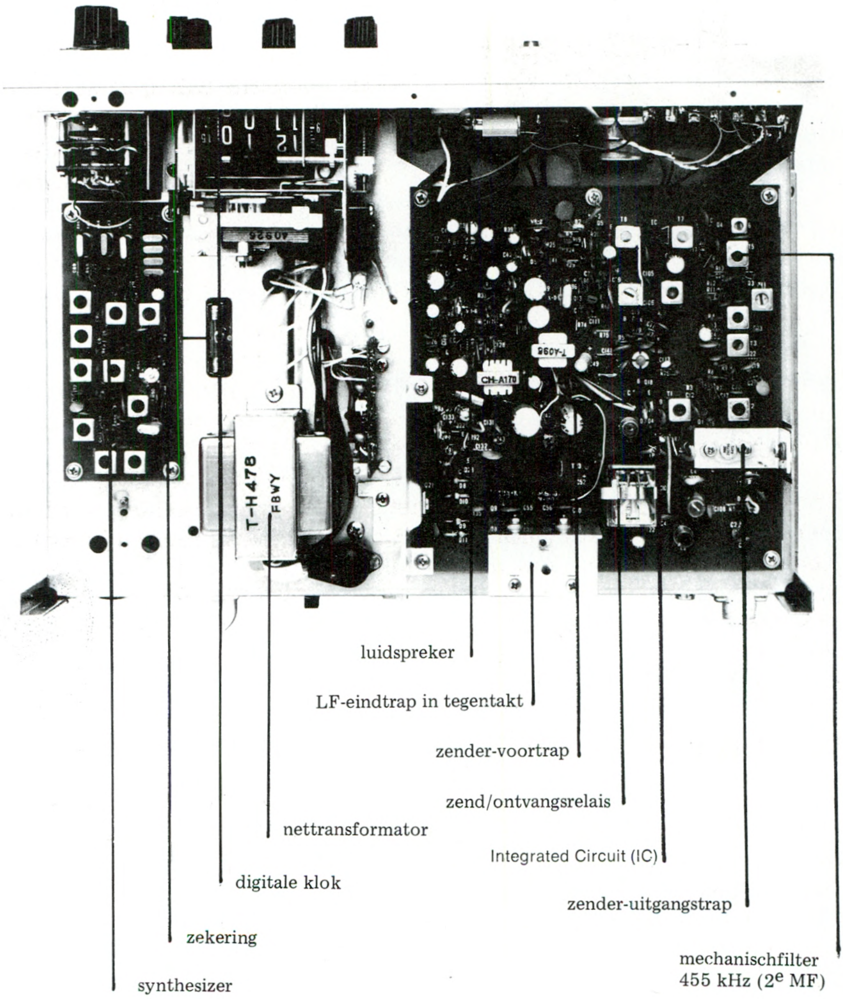
De kanalenkiezer dient voor het instellen van het gewenste kanaal en heeft al naar gelang van het aantal aanwezige kanalen 6, 12, 20 of 40 posities.

Bij portofoons met een kleiner aantal beschikbare kanalen vindt men in plaats hiervan vaak een eenvoudige schakelaar. De kanalenkiezer is in de regel aan de rechterzijde van de frontplaat geplaatst.

Door toepassing van led-displays is het ook in het donker mogelijk het gekozen kanaal te herkennen. Bij sommige kwaliteitsapparaten is de kanalenkiezer in het microfoonkapsel gebouwd. Deze positie is bijzonder gemakkelijk bij mobiele apparatuur, omdat zo de bediening van de kanalenkiezer, de microfoon en de zendknop met één hand mogelijk is, wat b.v. voor installaties in vrachtwagens veel voordelen biedt.

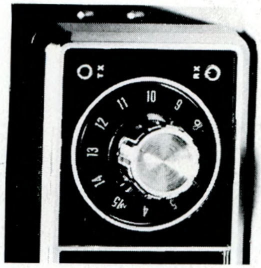
Aan/uit-volumeregelaar (On/Off-Volume control)

Deze knop zit in de regel aan de linkerkant van de frontplaat. Hij dient tegelijkertijd voor het in- en uitschakelen van het apparaat en voor de luidsterkteregeling en onderscheidt zich nauwelijks van een dergelijke knop bij radio's. Sommige CB-apparaten hebben echter aparte schake-



Afb. 36: opbouw van een CB-apparaat

laars voor het in- en uitschakelen en voor het instellen van de gewenste luidsterkte.



Afb. 37: Kanaalkiezer van CB-apparaten

De squelchinstelling

Hiermee wordt het ruisniveau van het apparaat ingesteld. Het verhogen van de ruisdrempel gaat echter ten koste van de gevoeligheid.

Afhankelijk van de verhouding tussen ruis- en signaalsterkte, stelt men de squelchregeling zo in, dat een optimale ontvangst bereikt wordt. Bijna elk CB-apparaat heeft een schakeling voor de ruisonderdrukking, die met een knop op de frontplaat van het apparaat in te stellen is.

Deze schakeling heeft als functie het verminderen van de gevoeligheid van de ontvanger en daarmee het onderdrukken van de ruis, zodat de ontvanger alleen nog maar reageert op HF-signalen van een bepaalde sterkte. Dit HF-niveau kan met behulp van de squelchknop over een groot bereik gekozen worden. Eenieder die reeds met een CB-apparaat gewerkt heeft, kent deze knop en weet, welke goede diensten deze schakeling bij het onderdrukken van ongewenste signalen (b.v. interfererende zenders) verricht.

De zendknop (Push-to-Talk)

Hiermee wordt de zender in bedrijf genomen. Als men de zendknop indrukt, schakelt het CB-apparaat van ontvangen over naar zenden. De zendknop bevindt zich in de regel in het microfoonkapsel en kan dus met de hand die de microfoon vasthoudt eenvoudig bedient worden. Bij portofoons zit de zendknop aan de zijkant van het apparaat om de bediening van het apparaat met één hand mogelijk te maken.

3.4.1.2 Speciale bedieningsmogelijkheden

Naast bovengenoemde bedieningsknoppen hebben sommige CB-apparaten nog andere instel- of uitleesmogelijkheden.

De belangrijkste daarvan zijn de volgende:

S-waarde/R-waarde indicatie (S/RF-meter)

Deze meter, die men op veel CB-apparaten vindt, heeft een dubbele functie.

Is de ontvanger ingeschakeld, dan geeft hij de sterkte van het ontvangen signaal (S-waarde) weer. Bij zenden daarentegen heeft men een indicatie voor het gemoduleerde HF-signaal (R-waarde). Op sommige instrumenten is zelfs de SWR-waarde af te lezen (zie afb. 38).

Afb. 38: **Voorbeeld van een indicator voor S-RF-SWR**

SWR-meter

Deze meter vindt men — apart of als gecombineerd instrument — alleen bij kwaliteitsapparatuur.

De gemeten waarde is een maat voor de aanpassing tussen de antenne en het CB-apparaat.

Modulatiemeter (Modulation Lamp)

Dit element, dat een lampje of een complete meter kan zijn, geeft weer dat het apparaat in zendbedrijf is.

Bij sommige apparaten luidt het opschrift:

„ON THE AIR“.

HF-regeling (RF-Gain)

Hiermee kan de gevoeligheid van de ontvanger ingesteld worden. Hij is alleen van nut, als het ontvangen HF-signaal zeer sterk is. Dit soort

situaties kunnen bij twee nabuurposten, b.v. twee niet ver van elkaar rijdende auto's, voorkomen. Met de HF-regeling kunnen dan, door de sterke HF-signalen veroorzaakte, vervormingen voorkomen worden.

Automatische ruisonderdrukker (ANL)

Sommige CB-apparaten beschikken over een automatische ruisonderdrukker (ANL = Automatic Noise Limiter), die met een schakelaar uitgeschakeld kan worden. In dit geval is weliswaar het ruisen sterker dan normaal, maar de gevoeligheid van de ontvanger is ook wezenlijk beter geworden.

Fijnafstemming (Delta Tune)

Slechts weinig CB-apparaten beschikken over een dergelijke afstemmogelijkheid. De bedoeling is om hiermee kleine afwijkingen van de kristalfrequenties weg te regelen en zo de kwaliteit van het ontvangen signaal te verbeteren en interferenties met nabuurkanalen te voorkomen.

Afb. 39: Plaatsing van bedieningselementen van CB-apparatuur

AM-SSB schakelaar (AM-LSB-USB)

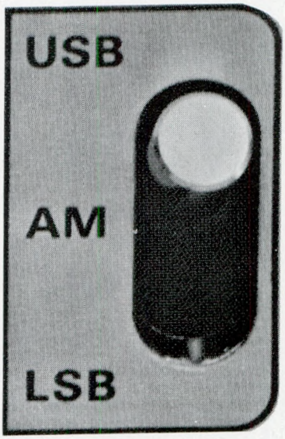
Deze schakelaar vindt men alleen bij SSB-CB-apparatuur. Deze apparaten komen vooral in de USA voor. Hij dient om te kunnen kiezen tussen de hoge zijband (USB = uppersideband), de lage zijband (LSB = lower sideband) of normaal bedrijf (AM).

SSB-fijnafstemming (clarifier)

Deze regeling is identiek met de fijnafstemming bij AM-apparatuur. Deze regeling is echter bij SSB-apparatuur voor de scheiding van beide zijbanden onvermijdelijk.

De achterzijde van het apparaat

Op de achterkant van CB-apparatuur vindt men de connector om de antenne aan te kunnen sluiten, de bus voor de netkabel en eventueel een aansluitingspunt voor een externe luidspreker.



Afb. 40: Keuzeschakelaar voor AM-USB-LSB

3.5 CB-toebehoren.

Gelijk met de stijgende vraag naar CB-apparatuur breidt ook het reeds overvolle pakket aan CB-toebehoren zich uit.

Zoals bij iedere andere hobby het geval is kan ook het CB-toebehoren in twee gebieden ingedeeld worden. In het ene geval het zinvolle en nuttige toebehoren en in het andere geval de artikelen waarvan de toepassing aan de smaak van de gebruiker over gelaten wordt.

Wij willen het CB-toebehoren niet in deze twee bereiken indelen, maar de keuze aan de lezer zelf overlaten.

Afb. 41: Veel CB-apparaten beschikken over een (meestal op de achterkant aangebrachte) schakelaar, die het mogelijk maakt de apparatuur ook als omroepinstallatie te gebruiken. Hiervoor is een, zoals in deze afbeelding weergegeven, luidspreker nodig

3.5.1 Spanningsverzorging/batterijen

Voor het leveren van de stroom aan CB-apparatuur staan principieel drie energiebronnen ter beschikking:

— Netspanning
— niet oplaadbare batterijen
— oplaadbare batterijen (accu's)

Vaste posten worden in de regel vanuit het lichtnet gevoed. Er zijn echter situaties, waar men niet de beschikking heeft over een netaansluiting zoals b.v. berghutten, zomerhuisjes e.d. In dit geval moet men op batterijen terugvallen.

Mobiele stations worden hoofdzakelijk in voertuigen, boten enz. geïnstalleerd, waar een accu ter beschikking staat. Hierbij moet men er op letten dat de bedrijfsspanning van de zender/ontvanger overeenkomt met de accuspanning van het betreffende voertuig. Als dit niet het geval is dient men gebruik te maken van spanningsomvormers, om de juiste spanning te verkrijgen.

In draagbare apparatuur is men op herlaadbare accu's of op niet oplaadbare batterijen aangewezen. Om economische redenen gaat de voorkeur uit naar accu's die welliswaar duur in de aanschaffing zijn, maar daarentegen echter ongeveer 1000 keer opnieuw opgeladen kunnen worden.

Afb. 42: Voorbeelden van Ni-Cd-accu's. Links 12V/250 mAh-blokaccu. Rechts: cellen van 1,2 V/455 mAh

De belangrijkste eigenschap van een accu is haar energiedichtheid, d.w.z. de verhouding tussen de opgeslagen electrische energie (in watturen, Wh) en het gewicht (in kilogrammen, Kg). De grootste energiedichtheid hebben zilver-zink-accu's met waarden van over de 200 Wh/Kg, met opvolgend zilver-cadmium met ongeveer 80 Wh/Kg en nikkelcadmium batterijen (accu's) met ongeveer 30 Wh/Kg.

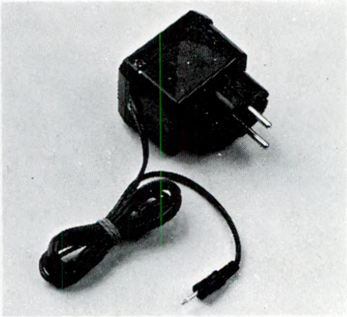
De laatstgenoemde soort is ondanks haar lage energiedichtheid bijna de enige die bij CB-apparatuur toegepast wordt. De reden hiervoor is de hoge betrouwbaarheid en het grote aantal laad-ontlaad cyclussen dat mogelijk is. Voor het herladen van deze batterijen wordt een groot aantal eenvoudige oplaadapparaten aangeboden.

3.5.2 Accu-oplaadapparatuur

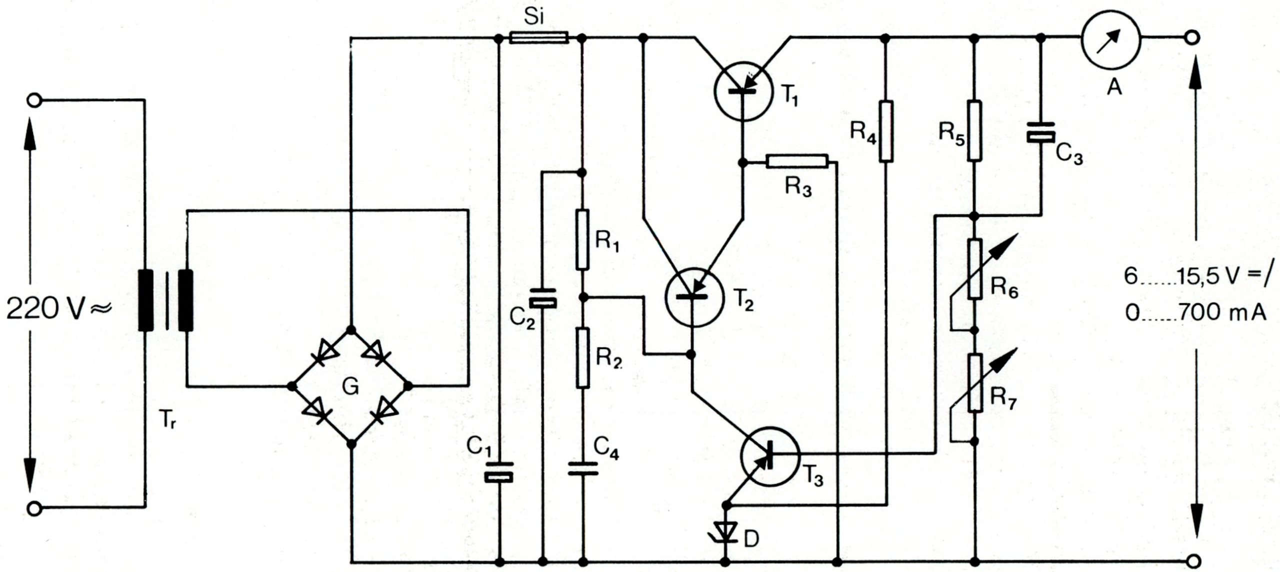
Acculaders zijn, voor het geval in CB-apparatuur oplaadbare accu's worden gebruikt, een zeer nuttig CB-toebehoren.

De laadapparatuur is in het algemeen compact en eenvoudig te bedienen aangezien men slechts met twee onverwisselbare stekers — één voor het net en één voor de accu-aansluiting – te maken heeft. Natuurlijk bestaan er grotere laadapparaten, met aanwijsinstrumenten en grote laadstromen. Deze laatste zijn echter voor de CB-amateur nauwelijks van belang.

Wie zelf een dergelijk laadapparaat wil bouwen, dient er op te letten dat de laadstroom niet groter kan worden dan 10% van de totale capaciteit van de accu. Een accu met een capaciteit van 250 mAh mag derhalve met niet meer dan 25 mAh geladen worden, waardoor de laadtijd noodgedwongen 10 uur in beslag neemt. Als het niet anders mogelijk is, kan van deze regel afgeweken worden, maar men moet zich er dan wel van bewust zijn, dat dit altijd ten koste gaat van de levensduur van de accu.



**Afb. 43: Voorgeeld van een laadapparaat.
Ingang: 220 V ≈
Uitgang: 12 V= / 30 mA**



Afb. 44: Schakeling voor een batterijlaadapparaat voor 6 - 15,5 V/0 . . . 700 mA

3.5.2.1 Acculader voor 6-15,5 V/O . . . 700 mA

Wie dus accu's gebruikt kan deze altijd met behulp van een eenvoudig laadapparaat zelf opladen. Afbeelding 44 laat de elektronische schakeling zien voor een dergelijk apparaat, terwijl in tabel 5 de benodigde componenten zijn opgenomen.

Voor het omzetten van de 220 V netspanning is een transformator voor 220V/20V/20-30W voldoende.

Een dergelijk type is overal gemakkelijk verkrijgbaar. Het grof instellen van de uitgangsspanning wordt met de instelbare weerstand R7 gedaan. De weerstand R6 dient als fijninstelling.

De stabiliteit van de ingestelde waarde bedraagt ± 0,1V bij een netspanningsvariatie van ± 10% van 220V.

Tabel 5: Componenten voor de schakeling uit afbeelding 44

R1	=	weerstand 1,6 kΩ/0,5W
R2	=	weerstand 1,5 kΩ/0,5W
R3	=	weerstand 820 Ω/0,5W
R4	=	weerstand 680 Ω/0,5W
R5	=	weerstand 270 Ω/0,5W
R6	=	instelbare weerstand 180Ω/3W
R7	=	instelbare weerstand 25 kΩ/3W
C1	=	elektrolitische condensator 1000μF/50V
C2	=	elektrolitische condensator 100μF/20V
C3	=	elektrolitische condensator 100μF/20V
C4	=	condensator 0,1μF/100V
T1	=	transistor OC 36
T2	=	transistor AC 128
T3	=	transistor AC 125
D	=	zenerdiode OAZ 2+3
G	=	gelijkrichterbrug 4 x OA 31
Si	=	zekering 1A
A	=	milli-amperemeter 0 - 800 mA.

3.5.3 Ontstoring

CB-apparatuur kan net als alle andere elektronische apparatuur op twee manieren gestoord worden: door storingen via de netaansluiting (geleidende storingen) of door magnetische of elektromagnetische vel-

den (instralende storingen).

De grootste moeilijkheden ondervinden CB-amateurs echter bij het installeren van mobiele posten in voertuigen. Ieder voertuig heeft storende elektrische installaties zoals, de ontsteking, de dynamo, de richtingaanwijzers, de ruitenwissermotor, de ventilator, de spanningsregelaar, de claxon enz.

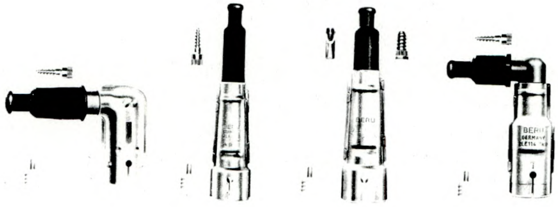
Al deze installaties wekken storende signalen op, die de in het voertuig geinstalleerde apparatuur zowel via de aansluitkabels als ook via de antenne kunnen storen.

Het ontstoren van voertuigen voor het gebruik van CB-apparatuur is geen eenvoudige zaak en is dan ook niet altijd met succes uit te voeren. De reden hiervoor is, dat de ontvangstgevoeligheid van CB-apparatuur relatief groot is (bij veel apparaten tot 0,2 μV), terwijl het ontstoringsmateriaal, dat ter beschikking staat, niet speciaal voor CB-apparatuur is ontwikkeld, maar hoofdzakelijk voor de ontstoring van autoradio's.

Men kan alleen de storingen opheffen als precies bekend is waar de verschillende stoorbronnen zitten. Helaas bestaan er nog geen speciale storingszoekers. Men is daarom genoodzaakt stap voor stap de mogelijke storingsbronnen te controleren om zo de storingsoorzaak op het spoor te komen. Hiervoor is het noodzakelijk, dat men de eigenschappen van de storingsbronnen en de stoorsignalen die ze kunnen afgeven kent.

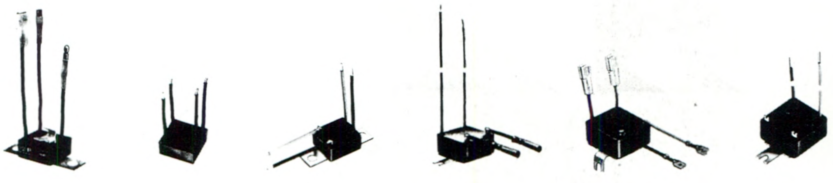
3.5.3.1 Ontsteking

Hierbij dient men allereerst te controleren of alle ontstekingskabels elektrisch contact maken en de weerstand die ze moeten hebben klopt.



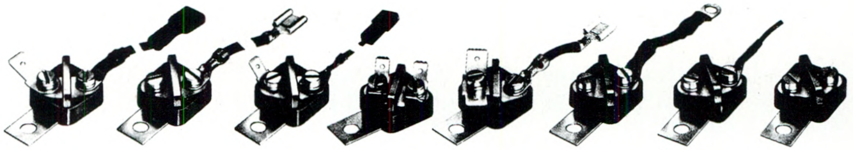
Afb. 45: Voorbeelden van verschillende ontstoorde bougiedoppen

Hiervoor heeft men een ohmmeter nodig. Het komt vaak voor, dat de onstoringsstekers niet in de ader van de bougiekabel, maar in de kabelisolatie geschroefd zitten. Hierdoor ontstaan stralende storingen, die



Afb. 46: Verschillende uitvoeringen van ontstoringsfilters

door de antenne opgevangen worden en zo de ontvangst storen. In dit geval is het aan te raden de defekte kabel gelijk door een nieuwe te vervangen. De contactpunten zijn ook een bekende storingsbron. Dit is dan ook de reden, dat deze van huis uit al van een ontstoringscondensator zijn voorzien. Indien deze condensator niet de gewenste ontstoring te weeg brengt, is het aan te bevelen een geschikt contactpunt-ontstoringsfilter toe te passen.

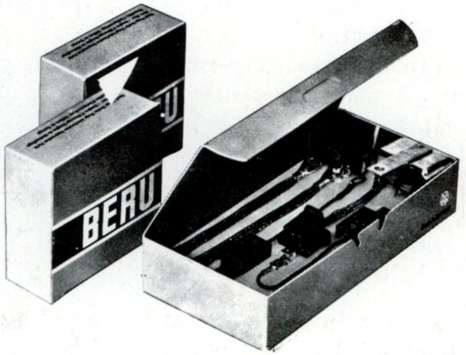


Afb. 47: Voorbeelden van aftakcondensatoren

De ontstekingsspoel is ook van een ontstoringscondensator voorzien, maar kan toch nog wel storingen veroorzaken. In dit geval wordt een extra doorgeef-condensator toegepast.

Of de ontstekingsinstallatie of andere apparaten (dynamo, ventilator enz.) „überhaupt" de ontvangst van de CB-ontvanger beinvloeden kan als volgt vastgesteld worden:
Men schakelt de CB-apparatuur op ontvangen en geeft flink gas waarna de ontsteking afgeschakeld wordt. Als de storingen ophouden, terwijl

de motor nog uitloopt, is het zeker, dat de ontstekingsinstallatie voor de storing verantwoordelijk is. Blijven de storingen echter onveranderd aanwezig, dan moet de storing ergens anders vandaan komen.



Afb. 48: Voorbeeld van een komplete ontstoringsset

Als vastgesteld werd, dat de ontstekingsinstallatie voor de storingen verantwoordelijk is, dan dient zeker met een daarvoor geschikte ontstoringsset de ontsteking ontstoort te worden. Zulke ontstoringssets worden voor verschillende typen auto's kompleet aangeboden. Bij deze

Afb. 49: Voorbeeld van een aardverbindingskabel. (Litzeband)

sets wordt over het algemeen een beschrijving, hoe men het materiaal moet inbouwen, bijgeleverd (zie afb. 48).

3.5.3.2 Dynamo

De meeste dynamo's zijn van huis uit ontstoort en wekken daarom in het algemeen geen storende signalen op. Bij veel types auto staat de dynamo echter op absorberende rubbers opgesteld om trillingen op te

vangen. In zo'n geval is het huis van de dynamo met massa (aarde) verbonden. Is dit niet het geval, dan kan een aardkabel in de vorm van een een zogenaamde Litzeband uitkomst brengen (zie afb. 49). Deze kabel wordt tussen de carrosserie an de dynamo aangesloten.

Defekte dynamo's kunnen vanzelfsprekend de meest verschillende storingen veroorzaken. Meestal zijn regelcontacten met een hoge overgangsweerstand de oorzaak van alle ellende.

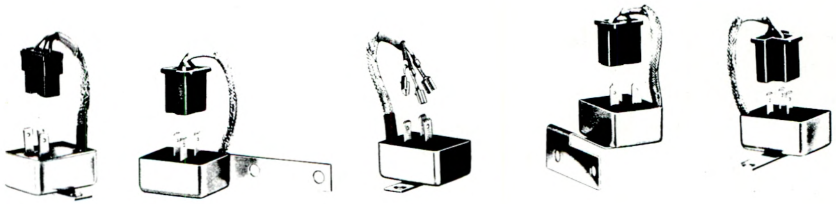
Dit soort fouten dient in een daarvoor uitgeruste werkplaats verholpen te worden, aangezien dit niet met ontstoringsmiddelen verholpen kan worden en ook nooit een storingsvrije ontvangst bereikt zal worden.

Als de dynamo blijft storen moet een geschikte ontstoringsset aangeschaft worden. In eenvoudige gevallen (weinig storing) is vaak een condensator van 5-10 μF voldoende.

Eletronisch geregelde dynamo's hebben echter 200 tot 250 μF nodig.

3.5.3.3 Andere storingsbronnen

De claxon, de ruitenwisser, de ventilatormotor, een elektrische benzinepomp, elektrische klokken enz. zijn allemaal mogelijke storingsbronnen, die van geval tot geval anders ontstoort moeten worden. Afhankelijk van type voertuig kunnen eenvoudige ontstoorsets gebruikt worden, die



Afb. 50: Verschillende uitvoeringen van L/C-ontstoorcombinaties (inductiviteit/ capaciteit)

uit spoelen, condensatoren of combinaties van beide bestaan.

3.5.4 Microfonen

CB-apparatuur wordt principieel met microfoon, en daarbij gedeeltelijk met, en soms zonder voorversterker geleverd.

Ondanks deze situatie behoren microfonen tot het meest gekochte artikel uit het CB-toebehoren pakket. Dit is tendele terecht maar ook is het vaak niet noodzakelijk een andere microfoon aan te schaffen.

Afb. 51: Voorbeelden van microfoons met regelbare voorversterkers

Een van de juiste redenen, een tweede microfoon aan te schaffen, hangt samen met de modulatie die gegeven kan worden, omdat daarvan o.a. de haalbare reikwijdte van het betreffende CB-apparaat afhankelijk is. Als b.v. het modulatiesignaal zo ingesteld is, dat ook bij extreem hoge geluidsniveau's (b.v. schreeuwen in de microfoon) geen overmodulatie ontstaat — wat overingens een zinvolle zaak is — dan bestaat het gevaar, dat bij zwakke niveau's de bereikte modulatiediepte of zwaai te gering is en daarmee de reikwijdte beperkt wordt. In zulke situaties grijpen CB-amateurs vaak naar een tweede microfoon, die een regelbare voorversterker heeft. Hierbij is principieel het volgende op te merken. Microfonen met ingebouwde voorversterkers behoren tot de zgn. aktieve elementen van een CB-apparaat. Deze mogen alleen maar toegepast worden, als ze samen met het betreffende CB-apparaat goedgekeurd zijn door de P.T.T. Het later aansluiten van een dergelijke microfoon, op een CB-apparaat, is dan ook niet toegestaan. De reden hiervoor is makkelijk in te zien: Ieder aktief element kan de functies van het CB-apparaat beinvloeden en stralingen opwekken. In geval van een aktieve microfoon kunnen door overmodulatie b.v. harmonischen ontstaan, die de CB-communicatie en ook andere vormen van radio-ontvangst in de omgeving kunnen storen.

Als het daarentegen om een zgn. passieve microfoon gaat, d.w.z. een microfoon zonder versterker, dan is er tegen het omwisselen van een microfoon niets in te brengen, dat wil zeggen als deze tenminste vakkundig op het desbetreffende CB-apparaat aangesloten wordt.

Het wisselen van microfoon is vaak gegrond, als de CB-apparatuur in een andere omgeving bedreven wordt. Hierbij een voorbeeld: Een mobielstation, welke van een gevoelige microfoon voorzien is, is in een woonhuis of bureau geinstalleerd. Als deze microfoon ook in een werkplaats, in een lawaaierige omgeving dus, gebruikt zal worden, is het begrijpelijk dat een gevoelige microfoon hier niet thuis hoort. Om de omgevingsgeluiden in de buurt van het CB-apparaat zoveel mogelijk te onderdrukken, is het daarom aan te bevelen de microfoon voor een minder gevoelig type om te ruilen. Hierdoor is het noodzakelijk dicht in de microfoon te spreken, om zeker te stellen dat het CB-apparaat goed gemoduleerd wordt, zodat de invloed van het achtergrondlawaai minder is.

3.5.5 Externe luidspreker

Externe luidsprekers worden daar toegepast waar om technische redenen gescheidene plaatsen voor CB-apparaat en luidspreker noodzakelijk zijn of waar achtergrondlawaai (b.v. in werkplaatsen) het noodzakelijk maken een externe luidspreker toe te passen.

Luidsprekers zijn in tegenstelling tot microfonen met ingebouwde voorversterkers, passieve elementen en kunnen daarom geen storingen veroorzaken. CB-apparatuur beschikken vaak over een aansluiting voor een externe luidspreker. Hierbij dient men er op te letten, dat bij deze aansluiting de aanpassing tussen eindtrap en luidspreker behouden blijft.

Als dit niet het geval is, moet men er rekening mee houden, dat het LF-vermogen en ook de geluidskwaliteit afnemen.

3.5.6 Kristallen

Het voorgaande houdt in, dat ieder CB-apparaat uit een zender en een ontvanger bestaat, die ieder over een kristal-oscillator moeten beschikken. Voor elk kanaal zijn verschillende kristallen, met verschillende resonantie-frequenties noodzakelijk, aangezien het ontvangen signaal in de ontvanger, met een, om de middenfrequentie verschillend,

signaal gemengd moet worden, om de middenfrequentie te verkrijgen. Bij eenvoudige superhetontvangers is dit verschil 455 kHz, bij een dubbel-superhetontvanger 6,5 MHz. Tabel 5, geeft de resonantiefrequenties van 22 CB-kanalen voor de zender, de eenvoudige en de dubbel-superhetontvanger, aan.

3.5.7 Antennes

Afgezien van enkele uitzonderingen, behoort de antenne niet tot het meegeleverde toebehoren van een CB-apparaat, maar vormt een apart toebehoren, dat ook apart gekocht en betaald moet worden.

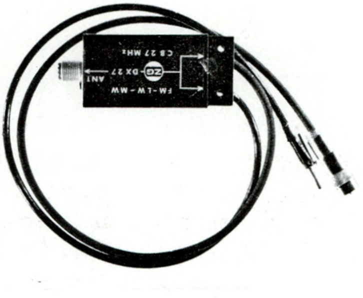
In hoofdstuk 4 wordt uitvoerig ingegaan op CB-antennes, zodat we hier niet op dit thema ingaan.

3.5.8 Antennefilters

Met het toenemen van het aantal gecombineerde autoradio's met CB-apparatuur ontstaat gedwongen de behoefte naar geschikte antennefilters, die het mogelijk maken bij dit soort gecombineerde apparatuur één antenne te gebruiken. Hierbij gaat het om een filterset, die verhindert dat het zendvermogen van de CB-zender op de ingang van de CB-ontvanger komt en tegelijkertijd voorkomt, dat de door de antenne ontvangen signalen van omroepstations niet op de ingang van de CB-ontvanger komen te staan.

Hierbij moet ervoor gezorgd worden, dat geen misaanpassingen ontstaan tussen antenne en CB-apparatuur en tussen de antenne en de radio, omdat anders verliezen ontstaan.

Bovendien moet gelijktijdig de doorgangsdemping in het doorlaat-



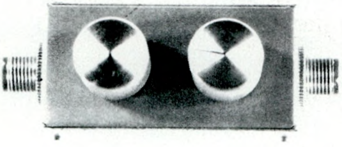
Afb. 52: Voorbeeld van een antennefilter. Met behulp van dit toebehoren kan een CB-apparaat en een autoradio op dezelfde antenne worden aangesloten

Tabel 5: Kristalresonantiefrequentie (MHz)

kanaal nr.	zender oscillator-frequentie	ontvanger oscillator-frequentie (eenvoudige superhet)	ontvanger oscillator-frequentie (dubbele superhet)
1	26,965	26,510	20,465
2	26,975	26,520	20,475
3	26,985	26,530	20,485
4	27,005	26,550	20,505
5	27,015	26,560	20,515
6	27,025	26,570	20,525
7	27,035	26,580	20,535
8	27,055	26,600	20,555
9	27,065	26,610	20,565
10	27,075	26,620	20,575
11	27,085	26,630	20,585
12	27,105	26,650	20,605
13	27,115	26,660	20,615
14	27,125	26,670	20,625
15	27,135	26,680	20,635
16	27,155	26,700	20,655
17	27,165	26,710	20,665
18	27,175	26,720	20,675
19	27,185	26,730	20,685
20	27,205	26,750	20,705
21	27,215	26,760	20,715
22	27,225	26,770	20,725

gebied van het filter zo klein mogelijk zijn. Om aan deze voorwaarden te voldoen is moeilijk, maar niet onmogelijk.

Afbeelding 52 laat één van de praktische uitvoerigen uit het grote pakket antennefilters dat aangeboden wordt, zien.



Afb. 53: **Voorbeeld van een aanpassingsbox. Hiermee kan de impedantie van een antenne aan de impedantie van het CB-apparaat worden aangepast.**

3.5.9 Aanpassingsboxen

Ook antenneaanpassingsboxen moeten tot de nuttige toebehoren gerekend worden. Zij worden tussen de antenne en het CB-apparaat aangesloten en moeten er voor zorgen, dat de impedantie van de antenne juist aangepast wordt aan de impedantie van het CB-apparaat. Afbeelding 53 laat één van de vele uitvoeringen van antenneboxen zien.

3.5.10 Logboeken

Wie zijn hobby serieus wil beoefenen, kan met goed fatsoen niet zonder logboek. Er bestaat namelijk geen betere methode opgebouwde verbindingen met alle belangrijke gegevens zoals, tijd, naam van het tegenstation, soort antenne, type apparaat, behaalde S-waarde enz., overzichtelijk bij te houden. Dit is alleen met behulp van een goed en overzichtelijk logboek mogelijk.

Intussen worden verschillende type logboeken, van simpele tot zeer luxueuze uitgaven in leren band, aangeboden, zodat iedere CB-amateur afhankelijk van zijn smaak en portemonnee kan kiezen.

3.5.11 CB-stickers

CB-stickers voor auto's, boten enz. zijn vooral bij de jeugd zeer in trek. Principieel is niets op het gebruik van stickers aan te merken, zolang ze niet voor reclame doeleinden gebruikt worden. Het is nml. niet vanzelfsprekend dat stickers voor reclame doeleinden misbruikt moeten wor-

den, vooral niet als dit reclame materiaal, zoals meestal het geval is, nog niet eens gratis ter beschikking wordt gesteld.

3.5.12 QSL-kaarten

Herinneringen aan gelukte zendverbindingen zijn het beste door middel van het uitwisselen van zogenaamde QSL-kaarten vast te houden. Deze kaarten zijn daarom voor de echte CB-amateurs minstens zo belangrijk als de eigelijke CB-apparatuur. Er is bijna niets mooiers dan een toevallig QSO met een CB-amateur door het uitwisselen van QSL-kaarten vast te leggen en mogelijk door een aansluitende correspondentie een jarenlange vriendschap te sluiten. Dit geldt in het bijzonder voor DX-verbindingen die buiten de landsgrenzen uitgaat, als de voortplantingsomstandigheden van de elektromagnetische golven in de 11-m-band dit tenminste mogelijk maken.

Weliswaar zijn dit soort verbindingen officieel niet toegelaten, maar wie door gunstige omstandigheden in de gelegenheid is, zal dit zeker niet na laten te doen. Het aansluitend uitwisselen van QSL-kaarten is onder CB-vrienden een vanzelfsprekendheid. Dit betekent echter niet, dat verbindingen binnen de landsgrenzen of zelfs binnen het eigen stadsgebied niet met QSL-kaarten bevestigd worden en niet het begin van de eerder genoemde jarenlange vriendschap zouden kunnen zijn. Integendeel, juist bij geringe geografische afstanden bestaat de mogelijkheid van persoonlijk contact omdat dit dan veel eenvoudiger te verwezelijken is.

QSL-kaarten worden bovendien ook bij persoonlijke ontmoetingen op CB-clubs als visitekaartje gebruikt, zodat een echte CB-amateur ze dan ook altijd bij de hand zal hebben.

4 CB-antennes

4.1 Algemeen

Sinds ik zelf een CB-apparaat heb en regelmatig andere CB-amateurs ontmoet, valt mij steeds weer op, dat de problemen rond het kiezen van de antenne het meest intensief door de CB-amateurs onderling bediscussieerd worden.

Tegelijk moet ik met spijt vaststellen, dat CB-antennes een speculatie-object van de eerte rang zijn geworden. In toenemende mate proberen, zakelijk gezien, ondernemende antennefabrikanten hun produkten door middel van de meest fantastische eigenschappen aan de man te brengen. Dit geldt in het bijzonder voor de door hun genoemde antenneversterkingen.

In de meeste gevallen zijn dit soort specificaties zelfs volledig in strijd met de fysische wetten die hierover bestaan.

Dit hoofdstuk moet de CB-amateur in de gelegenheid stellen de basiskennis over de antennetheorie op te doen, zodat, met kennis van zaken, over de momenteel beschikbare antennes geoordeeld kan worden.

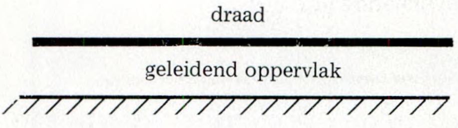
4.2 Wat is een antenne?

Iedere draadloze verbinding valt of staat met de antenne. De zender gebruikt een antenne om elektromagnetische golven op te wekken, terwijl de ontvanger de antenne gebruikt om uit de elektromagnetische golven hoogfrequentsignalen (HF-signalen) te halen. De ontvangen signalen worden, door de ontvanger, verder verwerkt (versterking, demodulatie enz.), zodat aan de uitgang van de ontvanger het overgedragen signaal (spraak, muziek, TV-beelden enz.) als eindprodukt van de draadloze overdracht verschijnt.

De antenne is dus aan de ene kant het verbindende element tussen de zender en de vrije ruimte (ether) waar de voortplanting van elektromagnetische golven plaats vindt (zendantenne) en aan de andere kant het verbindingselement tussen deze ruimte en de ontvanger (ontvangstantenne).

Een antenne kan echter ook als omvormer van hoogfrequentstromen in elektromagnetische golven (zenden) resp. van elektromagnetische golven in hoogfrequentstromen (ontvangen) gezien worden.

Onafhankelijk van de soort omschrijving die men aan de funktie van de antenne geeft staat vast, dat de antenne de belangrijkste schakel in ieder draadloos informatieoverdrachtssysteem is en blijft. Met zijn probleemloos functioneren staat of valt het succes van de verbinding. De beste zender (met groot vermogen, goede modulatie, hoog rendement enz.) en de beste ontvanger (met hoge gevoeligheid, goede geluidsweergave enz.) zijn nutteloos, als de zend-en ontvangstantennes het laten afweten. De zorgen die CB-amateurs zich om hun antennes maken, zijn dus zeker gerechtvaardigd.



Afb. 54: Het ontstaan van een HF-kabel d.m.v. een geleidend oppervlak en stuk draad

Aangezien in Nederland voor CB-communicatie geen antennes met een richtingsgevoelige karakteristiek zijn toegelaten, zijn, van de ter beschikking staande types antenne, voor wat betreft de reikwijdte van de verbindingen die op te bouwen zijn, dan ook geen wonderen te verwachten.

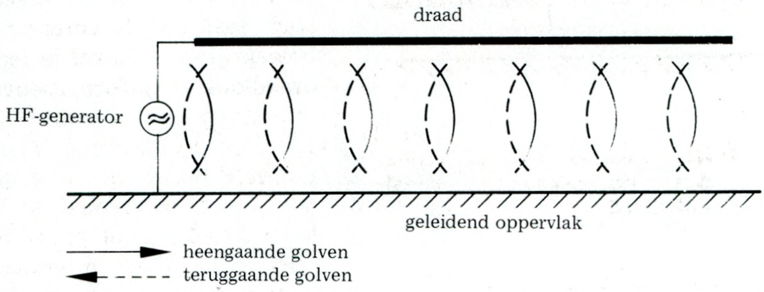
Een ding kunnen we echter wel bereiken en wel het volledig benutten van de mogelijkheden die met, de wel toegelaten, staafantennes geboden worden. Dat betekent in de praktijk: een goed rendement van de antenne, een juiste aanpassing tussen de antenne en de CB-apparatuur en het kiezen van een zo gunstig mogelijke plaats waar de antenne kan worden opgesteld.

4.3 De staafantenne

De specialist maakt een onderscheid tussen de elektromagnetische golven die zich in de vrije ruimte voortplanten en geleide elektromagnetische golven, die zich in een gesloten systeem voortplanten.

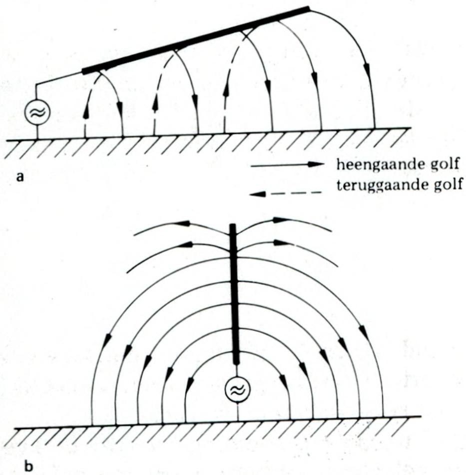
Een dergelijke „gesloten ruimte" wordt in afbeelding 54 aanschouwelijk gemaakt. Zij bestaat uit een geleidend oppervlak en een geleider (b.v. een stuk draad). In feite is dit een schematische voorstelling van een asymetrische geleider, zoals de koaxiaalkabel. Als dit systeem op

een HF-generator (b.v. een zender) aangesloten wordt, dan plant zich tussen het geleidende oppervlak en de draad een elektromagnetische golf voort (afb. 55). Het gaat hierbij om een geleide golf, omdat hij in de gesloten ruimte tussen de twee elementen ontstaat. De elektromagnetische golven die op deze manier opgewekt zijn, planten zich tot aan het einde van de geleider voort (heengaande golven).



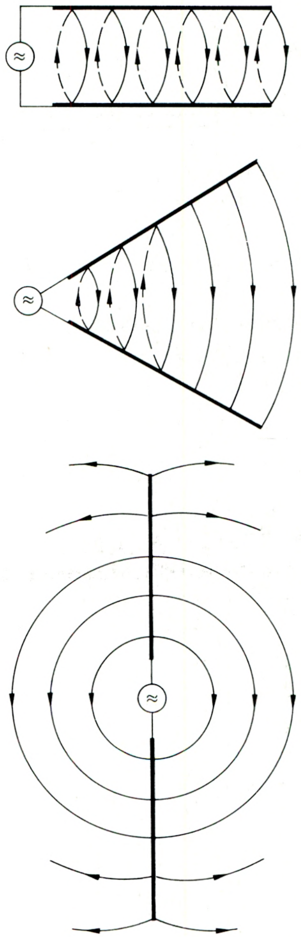
Afb. 55: Gebonden elektromagnetische golven kunnen niet uitgestraald worden

Op dit punt is een verdere voortplanting in dezelfde richting onmogelijk en zij worden gereflecteerd naar de HF-generator (gereflecteerde golven).



Afb. 56: Het ontstaan van een draadantenne

Laten wij veronderstellen dat de draad van afbeelding 55 een hoek van 45° met de geleidende bodem maakt (afb. 56a). In zo'n geval kunnen de elektromagnetische golven al iets in de vrije ruimte komen en gedeeltelijk uitgestraald worden. De overige elektromagnetische golven worden natuurlijk weer gereflecteerd naar de zender.



Afb. 57: Het ontstaan van een dipool-antenne

Afbeelding 58b toont een opstelling waarbij de geleider loodrecht op het geleidende oppervlak staat en zo een verticale staatantenne vormt (monopool). Deze opstelling biedt natuurlijk t.o.v. de systemen van afbeelding 55 en 56a een veel betere mogelijkheid tot uitstraling, omdat het door de HF-energie opgewekte elektromagnetische veld veel gemakkelijker in de vrije ruimte kan komen.

Zouden wij inplaats van een asymetrische geleider een symetrische geleider toegepast hebben, dan zou door het ontplooien van deze geleider geen staatantenne, maar een dipoolantenne ontstaan zijn (afb. 57).

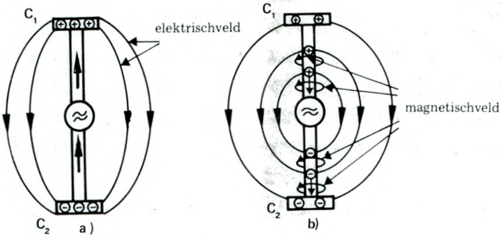
4.4 Elektromagnetische golven, antennes, grondgolven en reikwijdte

Een der meest revolutionaire ontdekkingen, van de moderne wetenschap, is zonder twijfel de ontdekking van het bestaan van elektromagnetische golven door de engelse natuurkundige Maxwell in 1864 en de experimentele bevestiging daarvan door de duitse natuurkundige Hertz in de jaren 1885 tot 1889.

Maxwell nog Hertz dachten trouwens aan het toepassen van elektromagnetische golven voor het draadloos overbrengen van informatie. Beiden waren zuivere wetenschapsmensen en interesseerden zich er alleen voor, nog niet bekende, natuurfenomenen op het spoor te komen.

Eerst later kwamen Marconi, Popow en anderen op het idee berichten door middel van elektromagnetische golven over te brengen. Wat zijn nu echter die elektromagnetische golven, die ons heden ten dage overal begeleiden en die in duizenden toepassingen zulke goede diensten bewijzen.

De theoreticus spreekt van de wisselwerking tussen elektrische en magnetische velden, die tot het ontstaan van elektromagnetische golven voeren.



Afb. 58:
Het uitstralen van een antenne

Vanuit zijn gezichtspunt is een brandende kaars, net zo goed als de antenne van een zender, de bron van elektromagnetische golven. Ten eerste is echter de frequentie van de door de brandende kaars uitgestraalde golven wezenlijk hoger dan de door de antenne uitgestraalde golven. Ten tweede straalt de antenne gepolariseerde golven uit, de kaars daarentegen ongepolariseerde golven.

Hoe het uitstralen bij een antenne tot stand komt brengt afbeelding 58 in beeld.

Deze afbeelding geeft het elektrisch schema van de dipoolantenne van afbeelding 57. De hier getekende dipoolantenne heeft aan beide uiteinden de platen C_1 en C_2.

Men kan zich voorstellen dat deze antenne is ontstaan uit een symetrische geleider en een condensator, wiens platen uit elkaar getrokken worden (afb. 59). De HF-generator wekt allereerst een stroom in één bepaalde richting op (58a). Hierdoor wordt de condensator opgeladen, zodat tussen de platen C_1 en C_2 een elektrisch veld ontstaat.

Dit elektrische veld bezit een bepaalde, door de HF-generator geleverde, energie. Als de stroom ophoudt, begint de condensator zich te ontladen en het elektrische veld verdwijnt (58b). Tegelijk ontstaat echter om, de antenne heen, een magnetisch veld. Bij het verdwijnen van het elektrisch veld keert een deel van de daarin aanwezige energie naar de antenne terug. Een ander deel van de elektrische energie wordt in magnetische energie omgezet, die in het zich om de antenne gevormde magnetische veld vloeit.

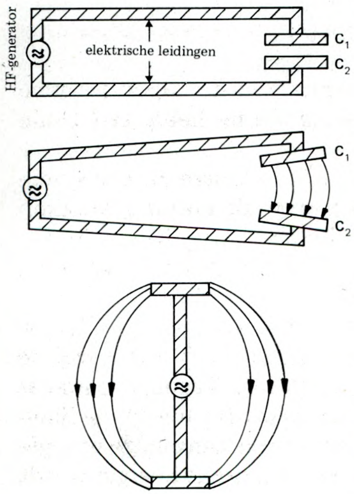
Alleen dat gedeelte van de elektrische en magnetische energie, dat te ver van de antenne verwijderd is om nog daar naar terug te kéren, wordt in de vorm van elektromagnetische golven uitgestraald.

Het op deze manier opgewekte elektromagnetische veld plant zich in de vrije ruimte, zoals ook licht, rechtlijnig en zonder verliezen voort, zodat met minimaal vermogen grote afstanden kunnen worden overbrugd.

De voortplanting van elektromagnetische golven in de onmiddelijke nabijheid van het aardoppervlak, welke soort voortplanting voor de CB-amateur van bijzonder belang is, wordt echter door de invloed van dit aardoppervlak nogal wat gecompliceerder. Dit geldt niet alleen voor de voortplanting van golven in heuvelachtig gebied, waar talrijke niet te controleren reflekties optreden, maar vooral voor de voortplanting van elektromagnetische golven in het stadscentrum, waar zich grote gebouwen enz. bevinden.

En het is juist in de grote steden, waar zich een groot gedeelte van het CB-communicatie gebeuren zal afspelen. Onafhankelijk van de vorm

van het terrein is de aardbodem, gezien vanuit het oogpunt van zijn geleidende eigenschappen, een combinatie van een slechte geleider en een slechte isolator. Als een elektromagnetische golf zich in de buurt van het aardoppervlak voortplant, dan dringen de elektromagnetische velden voor een deel in de aardbodem, waardoor dan elektrische stromen door de bodem zullen vloeien.

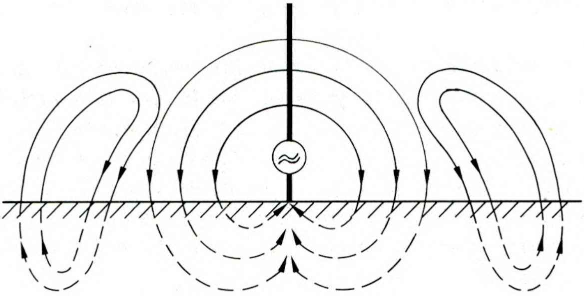


Afb. 59: Het ontstaan van een antenne uit een geleider en een condensator

Een deel van de energie van deze elektromagnetische golven wordt daardoor in warmte omgezet en gaat derhalve voor de communicatie verloren.

Aangezien echter ook de magnetische velden van de golven voor een deel in de aardbodem dringen, ontstaan naast de normale stromen ook wervelstromen, die, van hun kant, ook de aardbodem verwarmen en waardoor dus nog een gedeelte van de energie van de elektromagnetische golven verloren gaat. De grootte van dit energieverlies hangt af van de snelheid waarmee de magnetische velden van de golven wijzigen en neemt met de frequentie van deze golven toe.

De verliezen zijn het grootst bij de antennes, waarbij het aardoppervlak in de direkte omgeving van de antenne, deelneemt aan het ontstaan van de elektromagnetische golven (afb. 60). Dit soort gevallen treed echter bij CB-antennes niet zo vaak op, aangezien bij de meeste CB-antennes elektri-


Afb. 60: Het ontstaan van grondgolven

sche tegencapaciteiten (autocarrosserie of z.g. radials) toegepast worden. Toch komen bij CB-communicatie, die zich in de buurt van het aardoppervlak afspeelt grondgolven voor, waardoor het verlies van een groot gedeelte van de uitgestraalde energie aan verwarming van het aardoppervlak, onvermijdelijk is.

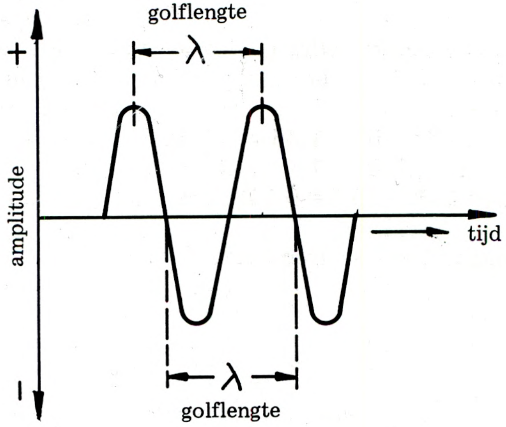
De in de CB-band, door middel van grondgolven, haalbare reikwijdte ligt daarom tussen de 30 en 40 km. Bij een frequentie van 100 MHz zou deze reikwijdte trouwens nog aanmerkelijk gereduceerd worden.

Grotere reikwijdten kunnen alleen met behulp van direkte golven (b.v. optisch zicht van berg tot berg) of door reflecties in de ionosfeer bereikt worden (zie hoofdstuk 6).

4.5 Frequentie en golflengte

De frequentie (f) van een golf is het aantal trillingen per seconde. De golflengte (λ) is de afstand tussen twee punten op de golf die zich in dezelfde trillingstoestand bevinden (afb. 61).

Frequentie wordt in Hertz uitgedrukt, veelvouden van Hz zijn kilohertz (kHz), megahertz (MHz) en gigahertz (GHz). Tabel 6 laat de verhoudingen tussen Hz, kHz, Mhz en GHz zien.



Afb. 61: De golflengte is de afstand tussen twee punten op eenzelfde slingerverschijnsel, die zich in dezelfde positie bevinden

Tabel 6: Verhoudingen tussen Hz, kHz, MHz en GHz

	Hz	kHz	MHz	GHz
Hz	1	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}
kHz	10^{3}	1	10^{-3}	10^{-6}
MHz	10^{6}	10^{3}	1	10^{-3}
GHz	10^{9}	10^{6}	10^{3}	1

Voorbeeld 1:
De frequentie van een trilling bedraagt 15 kHz.
Wat is de frequentie in Hz, MHz en GHz?

Oplossing:
In tabel 6 lezen we af:

$$15 \text{ kHz} = 15 \times 10^{3} = 15000 \text{ Hz}$$
$$15 \text{ kHz} = 15 \times 10^{-3} = 0{,}015 \text{ MHz}$$
$$15 \text{ kHz} = 15 \times 10^{-6} = 1{,}5 \times 10^{-5} \text{ GHz}$$

Voorbeeld 2:
De frequentie van een zender bedraagt 148 MHz.
Wat is de frequentie in Hz, kHz en GHz?
Un tabel 6 lezen we af:

$$148 \text{ MHz} = 148 \times 10^{6} = 1{,}48 \times 10^{8} \text{ Hz}$$
$$148 \text{ MHz} = 148 \times 10^{3} = 1{,}48 \times 10^{5} \text{ kHz}$$
$$148 \text{ MHz} = 148 \times 10^{-3} = 0{,}148 \text{ GHz}$$

Tussen de golflengte λ en de frequentie f bestaat de eenvoudige betrekking:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Daarin is:
λ = golflengte (m)
f = frequentie (Hz)
c = lichtsnelheid in de vrije ruimte (3×10^{8} m/sec).

CB-zendapparatuur zendt op een frequentie van ongeveer 27 MHz uit. De golflengte van de uitgestraalde elektromagnetische golven is dan ook ongeveer

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{300\,000\,000}{27\,000\,000} \approx 11 \text{ m}$$

4.6 Eigenschappen van antennes

4.6.1 Algemeen

Elke antenne kan, afhankelijk van de manier waarop hij is geconstrueerd, door de volgende eigenschappen worden gedefinieerd:

- Impedantie
- Stralingsdiagram
- Versterking
- Polarisatie
- Voor/achterverhouding
- Rendement
- Bandbreedte

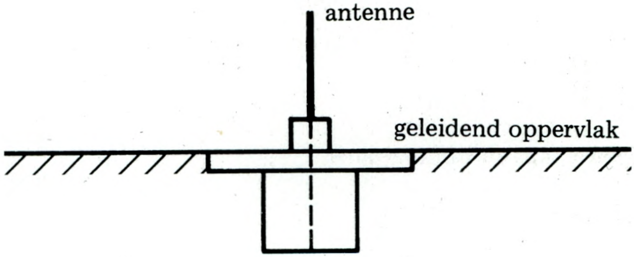
4.6.2 Impedantie

De impedantie of de ingangsweerstand is de complexe impedantie, die een antenne aan de ingang heeft.

Deze weerstand is de som van een ohmse weerstand en een — inductieve of capacitieve — schijnweerstand. Ter verduidelijking zullen we afbeelding 62 nader beschouwen. Hier is op een geleidende plaat een HF-connector gemonteerd en ook is de binnengeleider met een stuk draad verlengd.

De lengte van deze draad, die een staafantenne voorstelt, is 20 cm. De werkfrequentie is 27 MHz (11 m). De lengte van de toegepast staafantenne is dus in verhouding tot de gebruikte golflengte klein. Met behulp van een HF-meetbrug of een andere impedantiemeter proberen we nu de ingangsweerstand te meten. Wie een dergelijke meting al eens uitgevoerd heeft, weet dat de ingangsweerstand een complexe grootheid met de vorm $Z = R \pm j \cdot X$ is, d.w.z. uit een ohmse weerstand R

en een induktieve of capacitieve weerstand $\pm j \cdot X$ is opgebouwd. Ook zal dan bekend zijn dat de ohmse weerstand R, zowel absoluut als in verhouding met het imaginaire gedeelte, zeer klein is. Vergroten wij



Afb. 62: Ter verduidelijking van de impedantie van een antenne

nu de lengte van de draad stapswijs tot 40, 80 en 160 cm, dan kan men bij elke meting van de complexe weerstand Z vaststellen, dat het ohmse gedeelte van de weerstand (ook het reeele gedeelte genoemd) zowel absoluut, als in verhouding tot het imaginaire gedeelte, toeneemt.

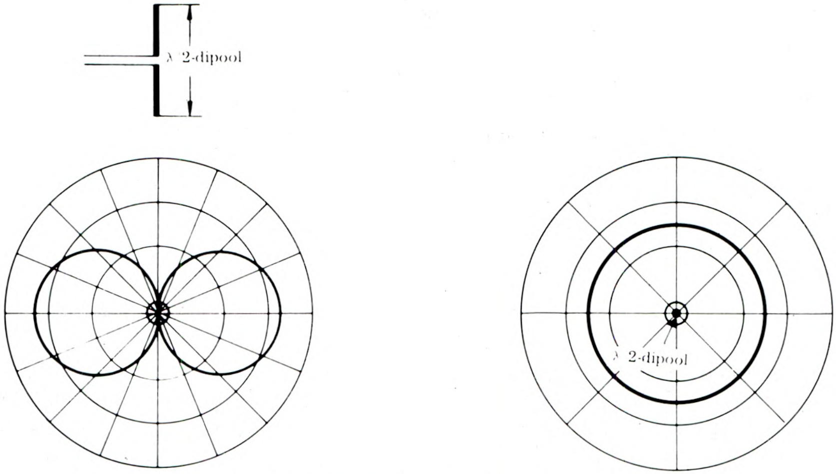
De complexe weerstand $Z = R \pm j \cdot X$ beschouwt men als de ingangsweerstand, resp. de impedantie van een antenne. Het reeele gedeelte noemt men de stralingsweerstand en deze weerstand is voor het uitstralingseffect van een antenne verantwoordelijk. Afhankelijk van de frequentie is het imaginaire gedeelte van de ingangsimpedantie capacitief of induktief. Bij het aanpassen van een antenne aan een zender, resp. een ontvanger, doet men in feite niets anders dan het compenseren van het capacitieve of induktieve gedeelte van deze impedantie en het reeele gedeelte van de impedantie gelijk maken aan de uitgangsweerstand van de zender, resp. de ingangsweerstand van de ontvanger.

4.6.3 Stralingsdiagram

De manier waarop een antenne de aan hem toegevoerde energie in de vorm van elektromagnetische golven uitstraalt, noemt men het stralingsdiagram.

Er zijn antennes, die bijna gelijkmatig in alle richtingen uitstralen

(z.g. rondstralers) en antennes die in één bepaalde richting meer HF-energie uitstralen dan in de andere richtingen (z.h. richtingsgevoelige antennes of richtantennes). Een antenne die in alle richtingen precies evenveel HF-energie uitstraalt bestaat echter niet.



Afb. 63: De λ/2-dipool en haar stralingsdiagram

Een dergelijke antenne is, ook theoretisch, uitgesloten. Toch is zo'n antenne als referentie voor de algemene definitie van de versterking van een antenne van belang en wordt met het begrip isotropische straler of kogelstraler aangeduid. Het stralingspatroon van een antenne, ook stralingsdiagram genoemd, is altijd gerefereerd aan omstandigheden in de vrije ruimte, waar de antenne dus zonder hinder van omliggende obstakels kan uitstralen.

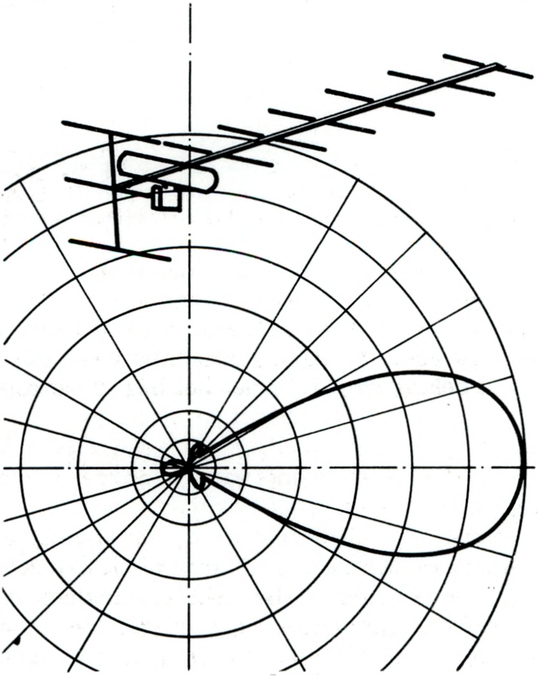
Tussen dit theoretische stralingsdiagram en het werkelijke stralingsdiagram van een antenne, die zich in de buurt van het aardoppervlak bevindt, bestaan grote verschillen, die men echter door theoretische berekeningen, als ook door experimentele metingen kan vaststellen.

Het voorgaande werd aan de hand van een zendantenne geformuleerd. Hetzelfde geldt echter voor een ontvangstantenne, zodat het in dit verband niet noodzakelijk is verschil tussen beide antennetypes te maken. Met betrekking tot het stralingsdiagram betekent dit, dat een antenne zowel als zendantenne, als ontvangstantenne hetzelfde stralingspatroon heeft.

Het stralingsdiagram van een antenne resp. een uit meerdere an-

tennes bestaande antennecombinatie, kan in veel gevallen (b.v. dipoolantennes, paraboolantennes, hoornantennes enz.) vrij exact berekend worden. In veel gevallen is het echter uitgesloten, dat het stralingsdiagram precies berekend kan worden (b.v. vliegtuig-, raket-, of satellietantennes). Het stralingsdiagram kan in deze gevallen alleen langs experimentele weg vastgesteld worden.

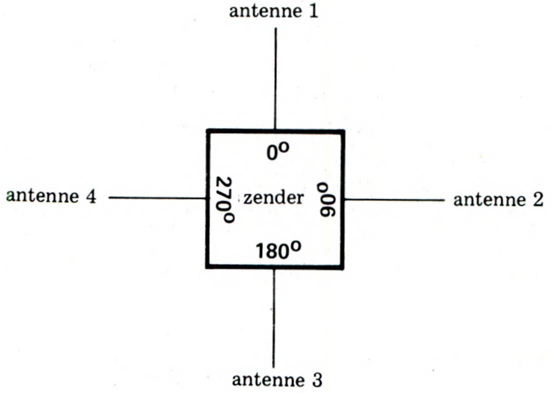
In de afbeeldingen 63 en 64 is, van twee verschillende types antennes, het stralingsdiagram weergegeven. Afbeelding 63 laat het stralingsdiagram van een λ/2-dipool zien. Van de zijkant uitgezien heeft dit diagram de vorm van een acht, terwijl het van bovenaf gezien cirkelvormig is. Driedimensionaal gezien lijkt het stralingsdiagram van een λ/2-dipool op een halve appel.



Afb. 64: Het stralingsdiagram van een Yagi-antenne

Afbeelding 64 laat het stralingsdiagram van een Yagi-antenne zien, zoals die ook bij TV-ontvangst toegepast wordt. Het gaat hier, zoals bekend zal zijn, om een zgn. richtantenne, die in één bepaalde richting

beter uitstraalt resp. ontvangt en in deze richting derhalve signaalwinst (versterking) zal opleveren.



Afb. 65: Kombinatie van vier staatantennes, die op de romp van een sateliet aangebracht zijn. Door deze mechanische opstelling en het faseverschil (90° van antenne tot antenne) wordt een bijna rond stralingsdiagram bereikt (zie afb. 66)

Afbeelding 65 tenslotte, toont een combinatie van vier staafantennes die op een manier zijn opgesteld zoals ook de antennes op een satelliet gemonteerd worden. Op deze manier krijgt men een bijna rond stralingsdiagram. Uit afbeelding 66 blijkt duidelijk de cirkelvormigheid van het diagram.

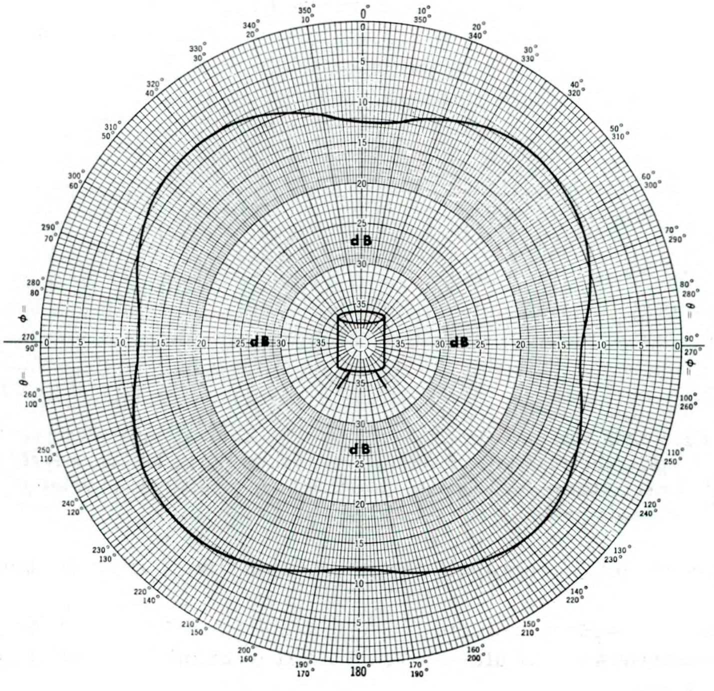
4.6.4 Versterking

De versterking van een antenne is de verhouding tussen de energiedichtheid (stralingssterkte) in één bepaalde richting en de energiedichtheid van een met hetzelfde vermogen gevoede referentie-antenne.

Als referentie-antenne dient de isotropische straler, die gelijkmatig in iedere richting uitstraalt. Een dergelijke antenne bestaat, zoals reeds werd opgemerkt niet, maar er zijn verschillende antennes waarvan de versterking ten opzichte van een isotropische straler bekend is, zodat deze antennes als referentie-antennes kunnen dienen.

Eén van deze antennes is de $\lambda/2$-dipoolantenne. Deze heeft ten opzichte van een isotropische straler een versterking van 2,15 dB en kan

daarom in plaats van de isotropische straler als referentie-antenne gebruikt worden om de versterking te definieren. Het vermelden van de



Afb. 66: Kombinatie van vier staafantennes, die op de romp van een sateliet zijn aangebracht. Het ontstane stralingsdiagram is bijna rond

versterking van een antenne, zonder aan te geven ten opzichte waarvan deze versterking gedefinieerd is, heeft geen waarde.

Als versterking van de referentie-antenne wordt gemakshalve 0 dB (een vermogensverhouding van 1:1) aangenomen. Afhankelijk van het feit of de versterking t.o.v. de isotropische straler of t.o.v. de $\lambda/2$-dipool zelf gedefinieerd is, heeft een $\lambda/2$-dipool dus een versterking van resp. 2,15 of 0 dB. De versterking van een antenne kan ook negatieve waarden aannemen (b.v. -5 of -2 dB).

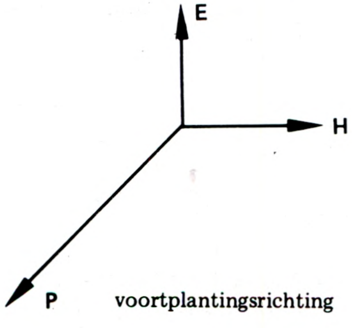
Dit betekent, dat de antenne een ongelijkmatig stralingsdiagram heeft. Indien sprake is van negatieve waarden, dan moeten er ook plaatsen in het stralingsdiagram zijn waar de versterking positief is,

aangezien de som van het in alle richtingen uitgestraalde vermogen 0 dB moet zijn.

Ditzelfde geldt ook voor de λ/2-dipool, die dus ten opzichte van de isotropische straler een versterking van 2,15 dB heeft. Zoals we hebben gezien in afbeelding 63 straalt de dipool niet in alle richtingen gelijkmatig uit. Langs de antenne-as is de uitstraling theoretisch gelijk aan nul, terwijl de uitstraling loodrecht op de as van de antenne het sterkst is.

4.6.5 Polarisatie

Het begrip „elektromagnetische golven“ geeft aan, dat deze golven uit elektrische en magnetische velden bestaan, die loodrecht op elkaar staan (zie afbeelding 67). Men kan zich een elektromagnetische golf voorstellen als twee vektoren; een elektrische vektor E en een magnetische vektor H. Loodrecht op deze vektoren staat een andere vektor de z.g. pointsche vektor P, die voor het energietransport van de elektromagnetische golven verantwoordelijk is. Onder de polarisatie van een elektromagnetische golf verstaat men nu de positie waarin de elektrische vektor zich bevindt als de golf zich voortbeweegt.



Afb. 67: Een elektromagnetische golf bestaat altijd uit een elektrisch (vektor E) en een magnetisch veld (vektor H), die beide loodrecht op de z.g. Pointsche vektor P staan. Deze Pointsche vektor stelt de energiedrager van het elektromagnetische veld voor.

Men spreekt daarbij van horizontaal gepolariseerde golven als de elektrische vektor zich in horizontale positie bevindt en van vertikaal als deze zich vertikaal t.o.v. het aardoppervlak bevindt. Een staaf-

antenne, die vertikaal ten opzichte van het aardoppervlak opgesteld is, wekt vertikaal gepolariseerde velden op.

Horizontaal gemonteerd brengt dezelfde antenne horizontaal gepolariseerde velden voort. Naast vertikaal resp. horizontaal gepolariseerde golven, die men ook lineair gepolariseerde golven noemt, bestaan er ook nog circulair gepolariseerde golven en wel linksom en rechtsom draaiend.

Bij CB-apparatuur is er altijd sprake van lineaire en in het bijzonder van vertikaal gepolariseerde golven.

Vertikaal gepolariseerde golven kunnen niet met horizontaal gepolariseerde antennes en horizontaal gepolariseerde golven kunnen niet met vertikaal gepolariseerde antennes ontvangen worden. Het is daarom van het grootste belang, voor zender en ontvanger, altijd antennes met dezelfde polarisatie te gebruiken. In de praktijk treden zulke duidelijke verschillen, tussen de verschillende vormen van polarisatie, echter niet op, aangezien we met reflekties te maken hebben en reflekties polarisatiedraaingen veroorzaken, zodat steeds een combinatie van vertikaal en horizontaal gepolariseerde golven ter beschikking staat.

4.6.6 Voor/achterverhouding

Op een CB-bijeenkomst liet een CB-amateur mij onlangs een zelfgebouwde antenne zien die naar zijn mening een versterking had van 7,5 dB.

Toen wij wat dieper op de door hem toegepaste meetmethode ingingen bleek al gauw dat hij niet de versterking, maar de voor/achterverhouding, van de door hem geconstrueerde antenne gemeten had. Dit trouwens ook nog onder twijfelachtige omgevingsomstandigheden. De eigenschap van een antenne, die men voor/achterverhouding noemt, heeft trouwens alleen een richtingsgevoelige antenne.

Hij wordt ook in dB's uitgedrukt, maar heeft met de versterking van een antenne totaal niets te maken. Deze verhouding geeft alleen aan hoe groot de energiedichtheid van de hoofdlob van het stralingsdiagram ten opzichte van de achterlob van dezelfde antenne is. Normale Yagi-antennes hebben een voor/achterverhouding van ongeveer 20 dB.

Bij grote spiegelparabool-antennes worden daarentegen wel waarden van 60 dB bereikt. Aangezien richtantennes in Nederland nog niet zijn toegelaten, zullen CB-amateurs voorloping nog niet met problemen als voor/achterverhouding geconfronteerd worden.

4.6.7 Rendement

Het rendement η van een antenne is de verhouding tussen het door deze antenne uitgestraalde vermogen en het door de zender toegevoerde vermogen, resp. de verhouding tussen het vermogen dat aan de ontvangstantenne aangeboden wordt en het ontvangen vermogen.

Voorbeeld:
Het aan een antenne toegevoerde vermogen is 0,5 W. Wat is het rendement van de antenne, als het uitgezonden vermogen 0,2 W is?

$$\eta = \frac{P_1}{P_2} = \frac{0,2}{0,5} = 0,4 = 40\%$$

In het genoemde voorbeeld gaat 0,3 W van het totale vermogen van 0,5 W verloren.

Staafantennes, zoals ze in de CB-techniek toegepast worden, hebben in de regel maar weinig verliezen.

Toch kan het rendement afhankelijk van de omgeving waar de antenne opgesteld staat nog relatief laag zijn. Gaan we nog éénmaal terug naar de antenne van afbeelding 60, wat in de praktijk een antenne voor een vaste post zou kunnen zijn. Wellismaar zijn antennes voor vaste posten meestal van tegencapaciteiten (radiaal aangebrachte metalen staven) voorzien, maar toch kan het aardoppervlak afhankelijk van de hoogte van de mast of het gebouw waarop de antenne is gemonteerd, de uitstraling van deze antenne zodanig beinvloeden en verliezen teweeg brengen, dat het rendement aanmerkelijk lager wordt.

Antennes van portabele CB-apparatuur zijn het gevoeligst voor invloeden van het aardoppervlak. De velden van de door de antenne opgewekte elektromagnetische golven dringen zowel door de lichamen van de gebruikers van de apparatuur, als door het aardoppervlak in zijn onmiddelijke omgeving heen. Het menselijk lichaam is- elektrisch gezien — een slechte geleider, waardoor grote verliezen in de, door de antenne uitgestraalde elektromagnetische golven ontstaan.

Dit heeft tot gevolg dat het rendement van de antenne aanmerkelijk achteruit gaat. Rendementswaarden van 30% zijn bij draagbare apparaten beslist gewoon. Voor wat betreft het rendement brengen mobiele posten, die in voertuigen (auto's enz.) gemonteerd zijn, het er het beste af. Weliswaar wordt ook in dit geval de uitstraling van de antenne door het aardoppervlak beinvloed, maar de carrosserie van het voertuig zorgt als het ware voor een natuurlijke tegencapaciteit, die de krachtlijnen

van de elektromagnetische velden met geringe verliezen geleid. Al naar gelang de grootte en mate van geleiding van de carrosserie, in verhouding tot de golflengte (in ons geval 11 m), kan het rendement van de antenne waarden van 60 tot 70% bereiken.

4.6.8 Bandbreedte

Onder de bandbreedte van een antenne verstaat men het frequentiebereik waarbinnen de eigenschappen van de antenne niet veranderen.

CB-antennes hebben altijd een grotere bandbreedte dan de breedte van de beschikbare 11-meterband (27,005 - 27,135 MHz). Wat dit betreft zullen we dus geen problemen hoeven te verwachten.

4.7 De staafantenne en haar eigenschappen

4.7.1 Algemeen

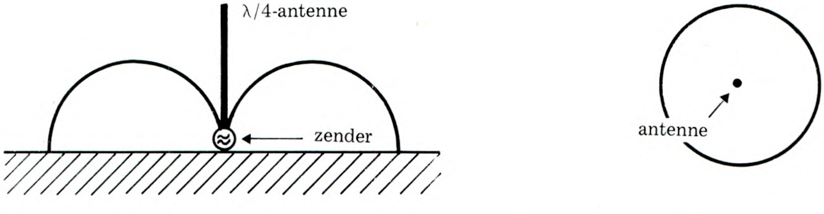
Staafantennes behoren, zoals we in het voorgaande gezien hebben, tot de meest eenvoudige antennes. Tegelijkertijd vormen zij het basiselement waaruit verschillende andere antennes afgeleid kunnen worden, zoals b.v. de $\lambda/2$-dipool, de Yagi-antenne en de uit meerdere mono- of dipolen opgebouwde antennecombinaties.

Ook voor de CB-amateur is de staafantenne de belangrijkste antenne. We zullen ons in de navolgende uitéénzettingen derhalve tot de eigenschappen van de staafantenne beperken.

In het voorstaande hebben we gezien, dat een staafantenne als het ware uit een asymmetrische leiding bestaat, die aan één kant open is. Het is daarom begrijpelijk, dat de ingangsweerstand van de antenne met de lengte daarvan varieert. Ook hebben we gezien, dat de ingangsweerstand van een antenne uit een reele weerstand en een schijnweerstand bestaat. Deze reele weerstand vormt de stralingsweerstand van de antenne.

Onder de staafantennes neemt de $\lambda/4$-antenne een voorkeurspositie in. Waar niet direkt een $\lambda/4$-antenne gebruikt wordt, probeert men steeds, de antenne met behulp van speciale hulpmiddelen, op $\lambda/4$-lengte te brengen (kunstmatige verlenging). De reden hiervoor is duidelijk. Een $\lambda/4$-antenne gedraagt zich als een resonantiekring en heeft een weerstand van 36,6 Ω (theoretische waarde). Als men een dergelijke antenne met behulp van een coaxiaalkabel, waarvan de impedantie

50 Ω is, voedt dan bestaat tussen de kabel en de antenne nagenoeg geen misaanpassing, zodat geen extra aanpassingsschakelingen meer toegepast hoeven te worden. Een andere, voor verschillende doeleinden



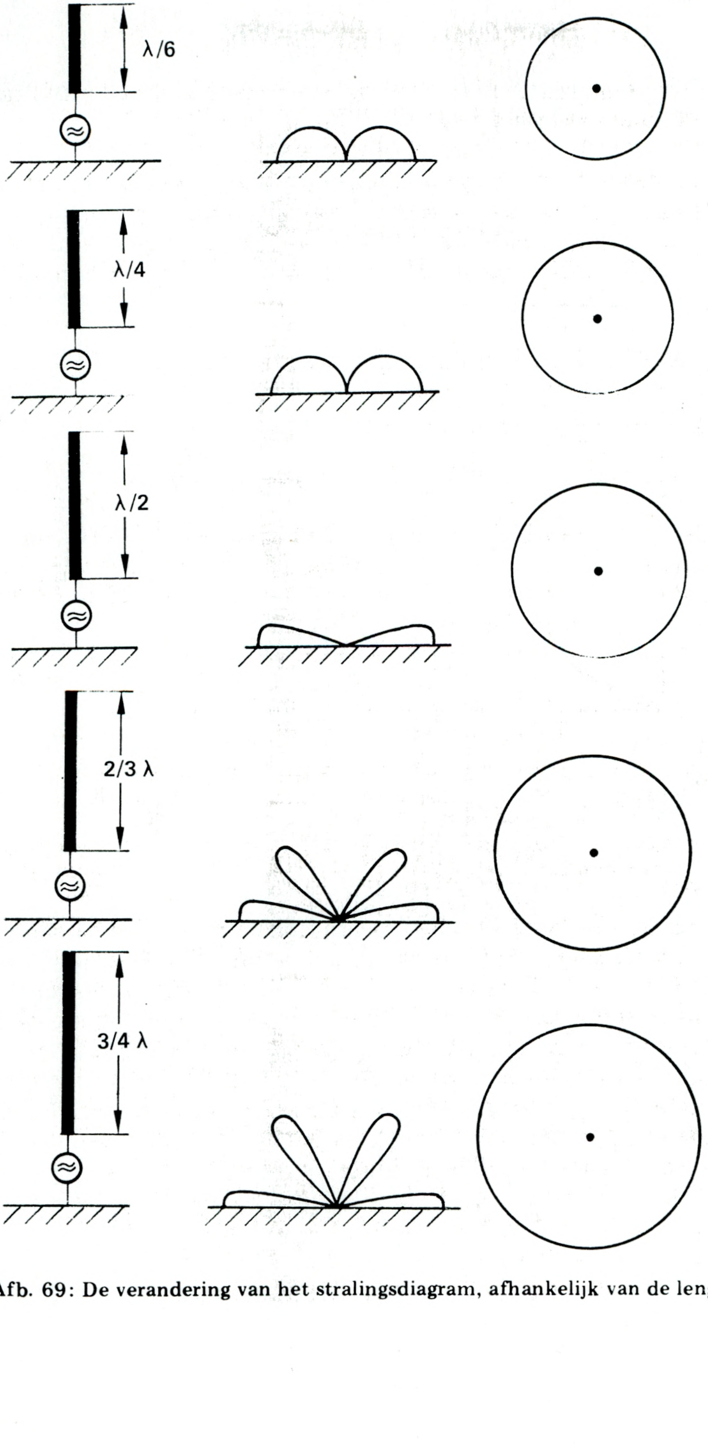
Afb. 68: De λ/4-staafantenne en haar stralingskarakteristiek

nog belangrijker reden, voor de voorkeur voor een λ/4-staafantenne is de faseverdeling van de stromen die door dit type antenne vloeien. Tussen de ingang en uitgang van deze antenne bestaat namelijk een faseverschil van precies 90°.

Dit faseverschil zorgt ervoor dat een gelijkmatig stralingsdiagram, zoals in afbeelding 68 is weergegeven, gegarandeerd is. Van de zijkant gezien heeft het de vorm van een halve appel en van boven gezien is het stralingsdiagram cirkelvormig, hetgeen betekent, dat de antenne (op een horizontaal vlak) in alle richtingen gelijkmatig uitstraalt.

4.7.2 De verandering van het stralingsdiagram van een staafantenne, afhankelijk van zijn lengte

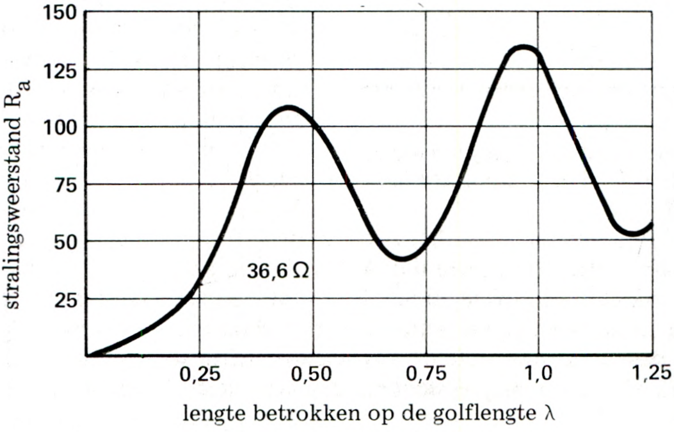
In het voorgaande hebben we gezien dat de stralingskarakteristiek van een antenne afhangt van de faseverdeling van de door de antenne vloeiende HF-stromen en dat het stralingsdiagram er van de zijkant uitziet als een halve appel (afb. 68). Als de lengte van de staafantenne veranderd wordt, wijzigt zich van nature ook de fase van de door de antenne vloeiende HF-stromen en zal daardoor ook het stralingsdiagram anders worden. In afbeelding 69 zijn de stralingsdiagrammen weergegeven van een staafantenne met lengte tussen λ/6 en 3/4 λ. Voor DX-verbindingen zijn antennes met een lengte van 2/3 λ en 3/4 λ toe te passen, aangezien de ionosfeer door de vertikale lobs die deze antennes hebben, onder een gunstige hoek kan worden aangestraald.



Afb. 69: De verandering van het stralingsdiagram, afhankelijk van de lengte

4.7.3 De verandering van de stralingsweerstand van een staafantenne, afhankelijk van zijn lengte

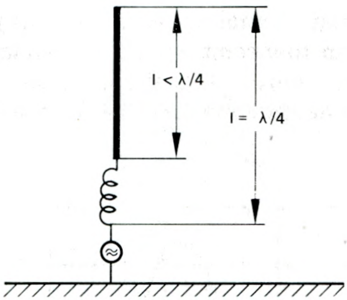
In het voorgaande is aangegeven, dat de stralingsweerstand (Ra) van een staafantenne met de lengte daarvan toeneemt en dat bij een lengte van λ/4 een waarde van 36,6 Ω bereikt wordt. Afbeelding 70 laat zien hoe deze weerstand van de lengte van de antenne afhangt. Men ziet, dat de



Afb. 70: Verandering van de stralingsweerstand Ra van een staafantenne, afhankelijk van haar lengte

weerstand Ra niet proportioneel met de golflengte toeneemt, maar golfvormig op en neer gaat. Ook de schijnweerstand heeft zo'n verloop. Bij het bepalen van de juiste aanpassingsschakeling dient zowel met de stralingsweerstand, als met de schijnweerstand rekening gehouden te worden. Als men een staafantenne van een bepaalde lengte voor verschillende frequenties wil toepassen (iets wat bij CB-communicatie trouwens niet het geval is), zal men de ingangsweerstand van de antenne voor iedere frequentie opnieuw aan de uitgangsweerstand van de zender resp. ingangsweerstand van de ontvanger aan moeten passen.

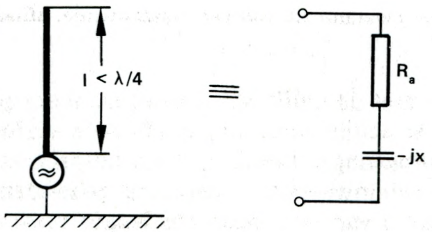
4.7.4 Kunstmatige verlenging van een staafantenne



Afb. 71: **Kunstmatige verlenging van een staafantenne met behulp van een inductie**

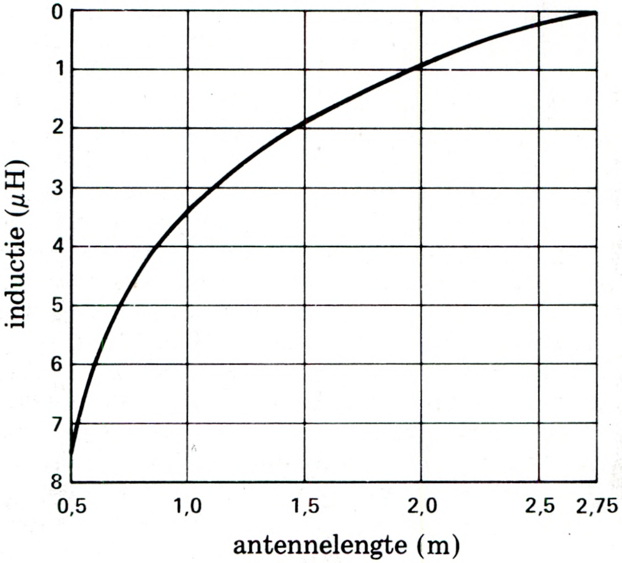
We hebben reeds gezien dat de gunstige lengte van een staafantenne λ/4 is. Dit betekent, dat CB-antennes een lengte van 11/4 = 2,75 meter zouden moeten hebben. Deze antennelengte is in het bijzonder voor mobiele posten hinderlijk. Men probeert daarom de afmetingen van dit soort antennes, zo ver als mogelijk, te verkleinen. Eén der oudste en éénvoudigste methoden is het kunstmatig verlengen van de antenne met behulp van een spoel (inductie), zoals in afbeelding 71 is weergegeven.

Een staafantenne die korter dan λ/4 is, heeft naast zijn stralingsweerstand Ra ook een schijnweerstand jX, die een capacitief karakter heeft (-jX). Hoe korter de staafantenne in verhouding tot de gebruikte golflengte is, des te groter ook de capacitieve schijnweerstand is. In afbeelding 72 is het vervangingsschema van een staafantenne gegeven, die een lengte heeft die kleiner is dan λ/4. Als men op de ingang van zo'n antenne een spoel aansluit waarvan de inductie +jX overeenkomt met de schijnweerstand van de antenne, dan compenseren de beide schijnweerstanden elkaar en blijft alleen de stralingsweerstand Ra over. Het diagram in afbeelding 73 geeft aan, hoe groot de inductie van de spoel, afhankelijk van de lengte van de betreffende CB-staafantenne moet zijn.



Afb. 72: **Vervangingsschema van een staafantenne die korter is dan λ/4**

Voorbeeld:
De lengte van een bepaalde staafantenne is L_1 = 2,00; L_2 = 1,75; L_3 = 1,50 m. Welke spoelen heeft men voor de respectievelijke aanpassing nodig?



Afb. 73: Inductie van een verlengingsspoel afhankelijk van de lengte van een staafantenne voor de CB-band

Oplossing:

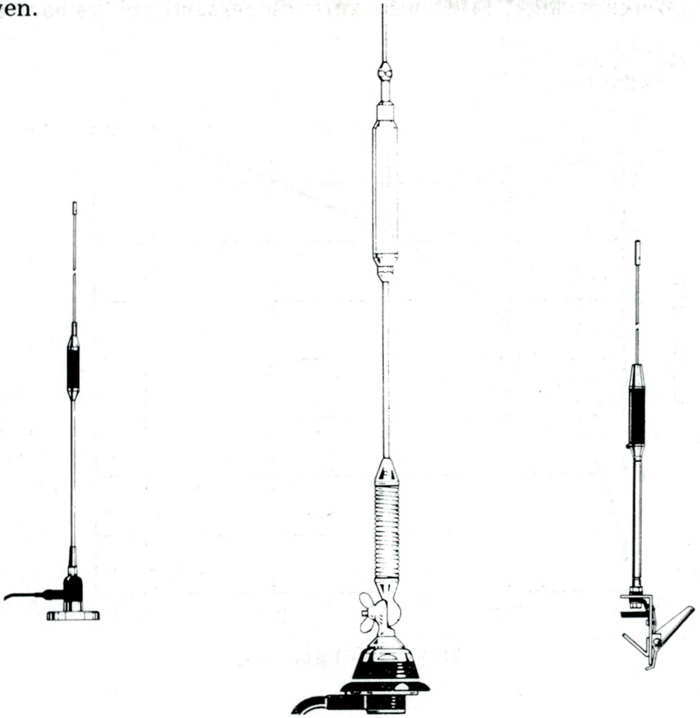
Uit het diagram in afbeelding 73 lezen we af:

L_1 = 1 μH
L_2 = 1,4 μH
L_3 = 1,9 μH

4.7.4.1 Plaats waar de spoel aangebracht is

De in de winkel gekochte staafantennes voor CB-apparatuur zijn vaak aan de verlengingsspoel te herkennen: ze hebben aan het voedingspunt

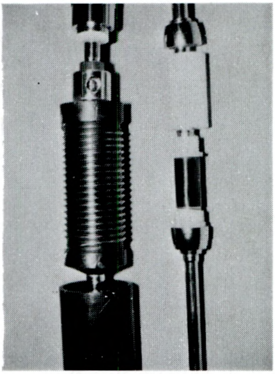
of in het midden een buik, waar de voor de kunstmatige verlenging dienende spoel is gemonteerd. Enige voorbeelden zijn in afbeelding 74 gegeven.



Afb. 74: Voorbeelden van antennes met verlengingsspoelen

In afbeelding 75 is het binnenste van twee zulke verlengingsspoelen weergegeven. De ene spoel (links) is op een kunststof buisje, met een doorsnede van 15 mm, gewikkeld en is aan het voedingspunkt gemonteerd. De spoel heeft 18 wikkelingen van 1,2 mm Ø koperdraad. De andere spoel (rechts) is op een kunststof buisje van 8 mm gewikkeld en is in het midden van de antenne aangebracht. Deze spoel heeft ongeveer 42 wikkelingen van 0,6 mm Ø koperdraad. Beide spoelen zijn vast met de antenne verbonden en vormen daarom één geheel met de antenne. Er zijn daarentegen antennes die volgens een bepaald systeem gemaakt zijn, waarbij de antenne uit lossen onderdelen bestaat. Hierbij kunnen de verlengingsspoelen naar behoefte vervangen worden door

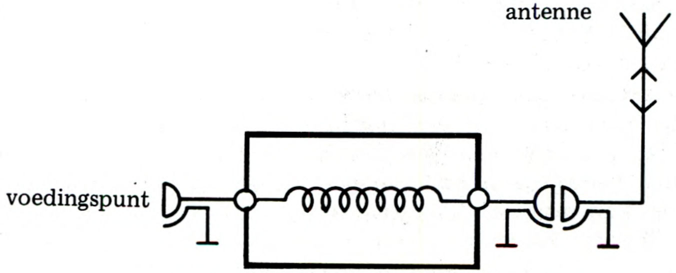
een metalen verbindingsstukje tussen de antennegedeeltes. Vanzelfsprekend kan de voor de verlenging benodigde spoel ook in een apart zgn. aanpassingskastje ondergebracht worden. Een voorbeeld van een dergelijke aanpassing is in afbeelding 76 weergegeven. Een nadeel van dit systeem is, dat door de extra constructie onnodige fabrikagekosten ontstaan.



Afb. 75: Twee voorbeelden van verlengingsspoelen voor CB-antennes

4.7.5 Staafantennes en hun aanpassing

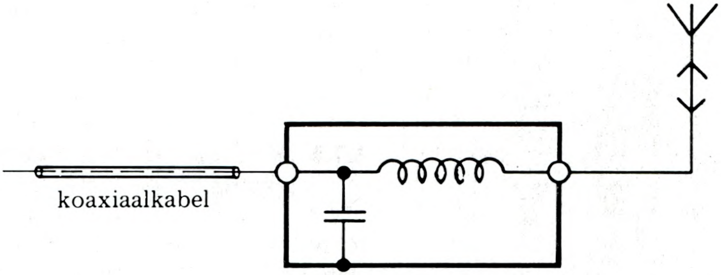
In het voorgaande hebben we gezien, dat staafantennes met behulp van spoelen kunstmatig verlengd kunnen worden, zodat aanpassing tussen zender resp. ontvanger en antenne verkregen wordt. Dit is echter alleen mogelijk als de lengte van de antenne niet al te ver van de λ/4-lengte (bij CB-antennes dus 2,75 m) afwijkt. Als dit het geval is, is het niet mogelijk de antenne met een eenvoudige spoel aan te passen, maar dient een iets gecompliceerdere schakeling toegepast te worden.



Afb. 76: Inbouw van de verlengingsspoel van een staafantenne in een aanpassingsbox

Om één en ander duidelijk te maken gaan we terug naar afbeelding 70, waar we, afhankelijk van de lengte van een antenne, de stralings-

weerstand Ra af kunnen lezen. Als b.v. de lengte van een CB-staafantenne slechts 0,06 λ is (= 0,06 x 11 = 0,66 m), dan is de stralingsweerstand slechts ongeveer 8 Ω. Als we deze antenne met behulp van een spoel kunstmatig op $\lambda/4$ lengte zouden brengen, zou de stralingsweer-



Afb. 77: Schakeling voor het aanpassen van de impedantie van een antenne aan de impedantie van de koaxiaalkabel

stand ca. 8 Ω blijven bedragen. Als we aannemen, dat de impedantie van de voedende koaxiaalkabel Z_o 50 Ω is, dan zou de staandegolfverhouding SWR een waarde van Z_o/R_a = 50/8 = 6,25 hebben. Met andere woorden: men kan niet meer spreken over een juiste aanpassing tussen antenne en CB-apparaat. Op de gevolgen van zo'n misaanpassing wordt in hoofdstuk 5 verder ingegaan. Op dit moment volstaan we er op te wijzen, dat misaanpassing bestaat en dat het noodzakelijk is misaanpassingen te voorkomen.

Deze aanpassingsproblemen treden trouwens niet alleen bij antennes, maar bij ieder soort van energietransport tussen een generator en een verbruiker op. Er komen derhalve de meest verschillende schakelingen voor, met behulp waarvan aanpassing tussen verschillende belastingen verkregen kan worden. Een eenvoudig voorbeeld is in afbeelding 77 gegeven. Hier is een spoel in serie met de antenne geschakeld, terwijl parallel hieraan een condensator opgenomen is. Door het juist dimensioneren kan de ingangsweerstand van de antenne zo getransformeerd worden dat deze overeenkomt met de impedantie van de koaxiaalkabel (Z_o = 50 Ω).

In een matchbos zit niets anders dan zulke spoelen en condensatoren. Om aanpassing over een breed frequentiebereik mogelijk te maken met

één box, zijn, in tegenstelling tot wat in afbeelding 77 staat, variabele spoelen en condensatoren ingebouwd.

4.8 Commerciele CB-antennes

4.8.1 Algemeen

Wie het aanbod aan industriele produkten voor de CB-amateur nauwgelet volgt, zal met enige verbazing vaststellen, dat de nieuwe toebehoren, waaronder de antennes, elkaar snel opvolgen. Net zoals bij de CB-apparatuur zelf maakt men verschil tussen antennes voor mobiele en vaste posten. Antennes voor mobiele posten zijn meestal antennes zonder tegencapaciteit, maar hebben echter meestal een verlengingsspoel, die de mechanische lengte zover als mogelijk reduceert. Antennes voor vaste posten zijn daarentegen meestal voorzien van tegencapaciteiten. Meestal worden hierbij dan geen verlengingsspoelen aangebracht, omdat in de meeste gevallen, bij het opstellen van deze antennes, geen beperkingen voor wat betreft ruimte bestaan. Indien echter, ook bij de antennes voor vaste posten, rekening gehouden dient te worden met weinig plaats, kunnen natuurlijk ook hier verlengingsspoelen toegepast worden.

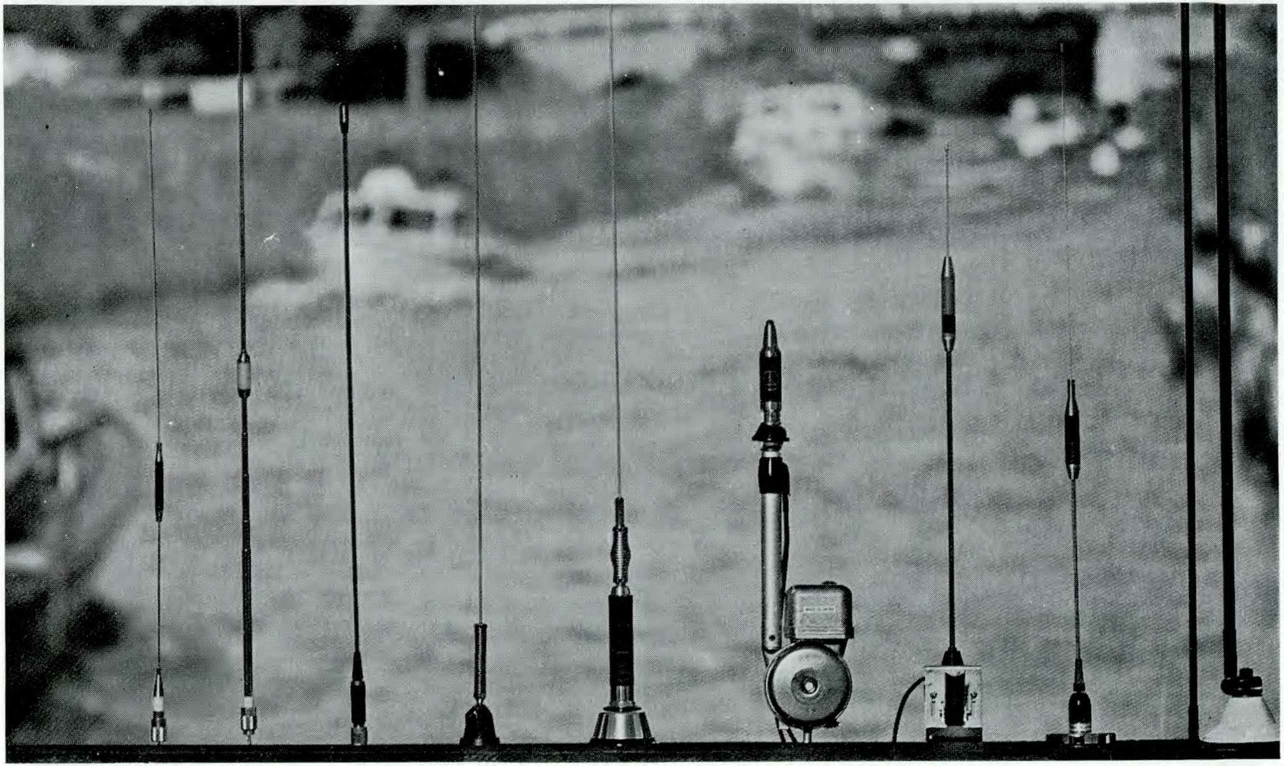
4.8.2 CB-antennes voor mobiele posten

Voor mobiele posten, die in voertuigen worden gemonteerd, wordt meestal gebruik gemaakt van staafantennes met verlengingsspoelen. Op zeil- en motorjachten daarentegen worden in de regel de langere staafantennes zonder spoelen toegepast omdat hier voldoende plaats ter beschikking staat.

4.8.3 CB-antennes voor vaste posten

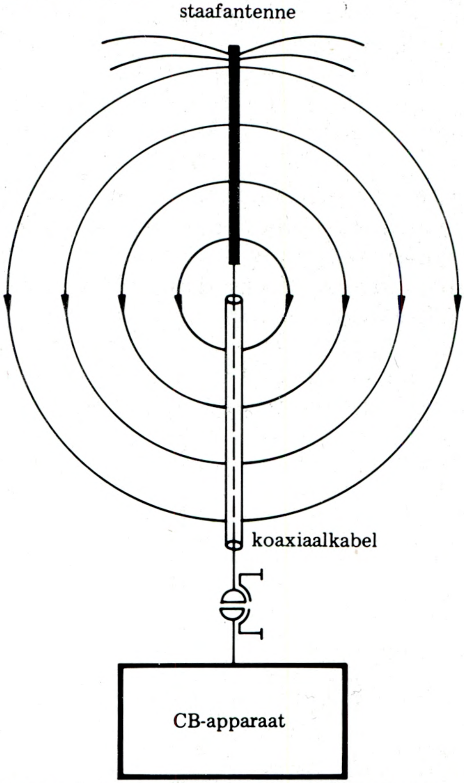
CB-antennes voor vaste posten onderscheiden zich vooral om de volgende redenen van antennes voor mobiele posten:

Ten eerste zijn antennes voor vaste posten meestal buiten, of aan gebouwen gemonteerd, zodat meestal voldoende ruimte voor een wat grotere antenne bestaat. Ten tweede kan men over het algemeen niet beschikken over grote metalen oppervlaktes waarop de antennes ge-



Afb. 78: Voorbeelden van CB-antennes

monteerd kunnen worden, zoals het geval is bij antennes op auto's enz. Dit is dan ook de reden dat bij antennes van vaste posten meestal van radials gebruik gemaakt wordt.



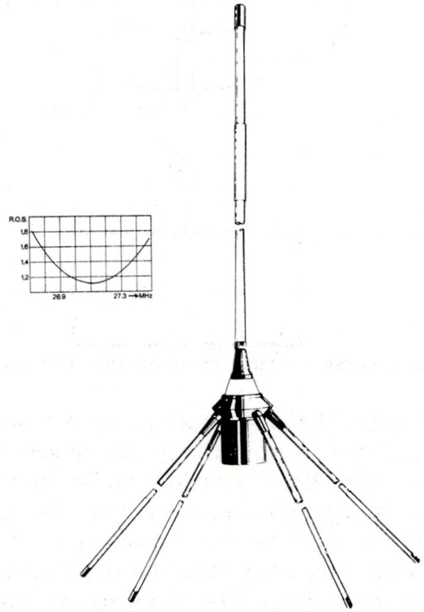
Afb. 79: Foutief aansluiten van een staafantenne op een koaxiaalkabel

Een staafantenne moet dan ook altijd op een metalen ondergrond gemonteerd worden, die in verhouding tot de gebruikte golflengte relatief groot moet zijn. Deze metalen ondergrond (b.v. een ijzeren plaat) vormt dan de tegenpool van de dipoolantenne. De elektrische velden, die een dergelijke antenne opwekt, vormen zich allereerst tussen de antenne en deze metalen plaat. Uit deze elektrische velden ontstaan nu magnetische velden. Het samenspel tussen elektrische en magnetische velden tenslotte zorgt ervoor dat elektromagnetische golven opgewekt en uitgestraald worden. Nu nemen we aan, dat een staafantenne zonder radials, via een koaxiaalkabel op een CB-apparaat is

aangesloten (afb. 79). Wie een dergelijke opstelling al eens heeft uitgeprobeerd, heeft kunnen vaststellen, dat de antenne inderdaad uitstraalt.

De manier waarop uitgestraald wordt en de optredende neveneffekten staan echter totaal niet onder controle. De krachtlijnen van het elektrische veld, die door een dergelijke antenne opgewekt worden, eindigen op de buitenmantel van de koaxiaalkabel, waardoor door deze buitenmantel hoogfrequentstromen naar het CB-apparaat gaan vloeien.

Waar echter HF-stromen vloeien, worden ook weer elektromagnetische golven afgestraald. De buitenmantel van de koaxiaalkabel wordt met andere woorden zelf antenne, die samen met de eigenlijke staafantenne het uiteindelijke antennediagram zal bepalen. Dit stralingsdiagram kan, afhankelijk van lengte en manier waarop de koaxiaalkabel gelegd is, de meest verschillende vormen aannemen. Daarbij komt nog, dat een groot gedeelte van de HF-energie in warmte wordt omgezet, waardoor ook het rendement van de antenne afneemt. Tens-



Afb. 80: Voorbeeld van een antenne voor een vaste post met staven (radials) als elektrische tegencapaciteit.
Links: Verloop van de SWR-waarde afhankelijk van de frequentie

lotte wordt de aanpassing tussen antenne en CB-apparaat te niet gedaan, waardoor weer meer energieverlies op de koop toegenomen moet worden.

Om deze effekten te vermijden moet de antenne of op een metalen grondplaat gemonteerd worden of door radiaal aangebrachte metalen staven omgeven worden. In dit laatste geval dienen deze staven zo groot mogelijk, echter niet kleiner dan $\lambda/4$ te zijn. Ook dient het aantal staven zo hoog mogelijk te zijn. Hoe meer staven gebruikt worden, des te eerder heeft de opstelling hetzelfde effekt als een metalen plaat en des te nader wordt de ideale situatie van een oneindig elektrisch tegenwicht bereikt.

De hoek, die de staven ten opzichte van de staafantenne maken, beinvloedt het stralingsdiagram van de totale opstelling behoorlijk. De gunstigste hoek voor een gelijkmatige uitstraling ligt bij ongeveer 135°. Een dergelijke vastepostantenne is in afbeelding 80 weergegeven. Hier zijn 4 staven radiaal rondom een staafantenne aangebracht, met een hoek van ongeveer 145° t.o.v. de straler. De straler zelf heeft een lengte van c.a. 1700 mm, terwijl de versterking van een dergelijke antenne ten opzichte van de isotropische stralen ca. 1,7 dB is.

In de bij deze antenne getoonde grafiek is het verloop van de staande golfverhouding over de frequentie opgenomen.

Men ziet, dat de bandbreedte, waarbinnen de SWR-waarde onder 1,5 blijft, groter is dan de breedte van de CB-band.

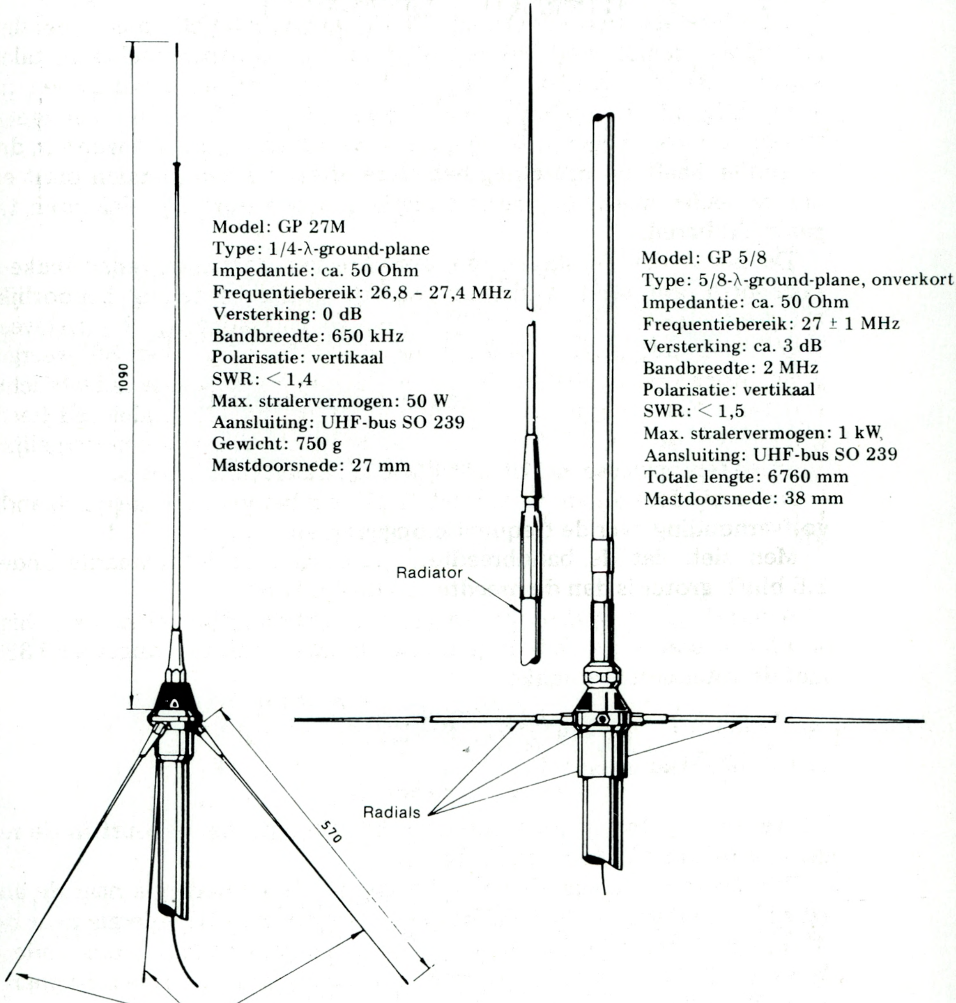
Afbeelding 81 laat enkele gelijksoortige antennes zien. Ook hier worden 4 staven als radials gebruikt, die een hoek van ongeveer 135° met de antennestraler maken.

4.9 De koaxiaalkabel

De verbinding tussen de antenne en het CB-apparaat gebeurt in de regel met behulp van een koaxiaalkabel.

Zijn functie is enerzijds het geleiden van de zendenergie naar de antenne en anderzijds het geleiden van de ontvangen HF-energie naar de ontvanger. Natuurlijk kan men in plaats van koaxiaalkabels ook andere kabelsoorten toepassen, maar de in- en uitgang van moderne CB-apparatuur zijn altijd met koaxiaalconnectoren voorzien.

Zou men bijvoorbeeld een lintkabel willen gebruiken, zoals vaak in de TV-techniek wordt toegepast, dan zouden grote problemen betreffende de aanpassing en de symmetrering optreden. In afbeelding 82 zijn enige koaxiaalkabels weergegeven uit het veelvoud aan verkrijgbare types.



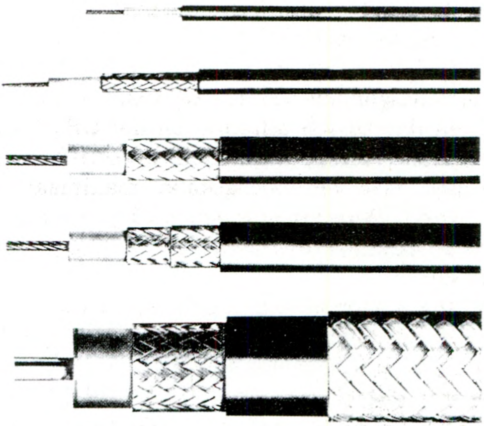
Afb. 81: Voorbeelden van antennes met radials. Let op de juiste, uitvoerige manier van specificeren van de eigenschappen

Al deze kabels bestaan in principe uit een binnengeleider en een buitengeleider. Zij vormen daardoor een geleider met een bepaalde karakteristieke impedantie, waarvan de waarde afhangt van de doorsnede van de beide geleiders en de dielektrische constante van het gebruikte isolatiemateriaal tussen deze beide geleiders.

CB-apparatuur heeft, zoals bekend, een in-/uitgangsweerstand van 50 Ω. Bij CB-apparatuur dient dan ook, om een juiste aanpassing te behouden, gebruik gemaakt te worden van kabels met 50 Ω impedantie.

Zo'n type kabel is b.v. de RG-58C/U (het meest toegepaste type kabel).

Er bestaan de meest uitéénlopende types koaxiaalkabel, die, al naar gelang de toepassing, werkfrequentie, vermogen, toelaatbare verliezen enz. ingezet worden. De koaxiaalkabel welke ons het meest interesseert,



Afb. 82: Verschillende soorten koaxiaalkabel

bestaat uit een binnengeleider van meerdere dunne adertjes en een gevlochten buitengeleider. Het isolatiemateriaal, dat zich tussen deze beide geleiders bevindt, is meestal polyethyleen.

Er zijn echter ook kabels met minder verliezen, waarbij het isolatiemateriaal uit tefon bestaat. De buitengeleider van de kabel wordt meestal met behulp van een isolerend omhulsel beschermd. Naast de impedantie van een koaxiaalkabel is ook de dempingsfaktor die de kabel heeft van grote betekenis. Deze dempingsfaktor is van verschillende grootheden, zoals de werkfrequentie, afmetingen van de geleiders

en het soort isolatiemateriaal tussen de geleiders, afhankelijk. De dempingsfaktor geeft de in de kabel optredende verliezen per meter aan. De koaxiaalkabel RG-58C/U heeft in de CB-band (27 MHz) een demping van ongeveer 0,1 dB per meter. De demping van deze kabel is, tenminste voor korte kabels te verwaarlozen. Bij grotere lengtes, zoals bij vaste posten kunnen voorkomen, dient men wel degelijk met de optredende kabeldemping rekening te houden en zal van geval tot geval de demping berekend moeten worden zodat eventueel maatregelen genomen kunnen worden.

4.9.1 Hoe lang mag de koaxiaalkabel tussen CB-apparatuur en de antenne zijn?

Mobiele posten zijn meestal in voertuigen ingebouwd en dan zal de afstand tussen antenne en CB-apparaat slechts enkele meters zijn.

De door de onmisbare verbindingskabel ontstane demping zal daarom overéénkomstig klein zijn en kan als regel verwaarloosd worden. Totaal andere omstandigheden kunnen bij vaste posten optreden, Hier kan het voorkomen dat tussen antenne en het CB-apparaat afstanden van 10,20 meter of meer overbrugd dienen te worden.

De vraag hoe lang deze verbindingskabel maximaal mag zijn, moet nu wel gesteld worden. Deze vraag is eenvoudig te beantwoorden zodra men het type koaxiaalkabel dat gebruikt wordt en de demping per meter bij 27 MHz kent.

Ter verduidelijking nemen we als voorbeeld de in de CB-techniek het meest toegepaste type kabel, de RG-58 C/U. Dit type kabel heeft bij 27 MHz een demping van 0,08 dB per meter. Bij een lengte van 37,5 meter treedt dus een totale demping van 0,08 x 37,5 = 3 dB op.

Deze demping komt overeen met een vermogensverzwakking van 0,5 maal. Dit betekent dat in het geval dat gezonden wordt, slechts de helft (50%) van het zendvermogen de antenne bereikt en uitgezonden wordt. De andere helft gaat op de weg van de zender naar de antenne verloren en wordt in de kabel in warmte omgezet. Van het zendvermogen van onze CB-zender, t.w. 0,5 Watt, blijft aan het einde van de kabel derhalve dan ook nog maar 0,25 Watt over.

Bij ontvangst wordt het door de antenne ontvangen HF-signaal eveneens door de kabel gedempt, zodat aan de ingang van de ontvanger een nog kleiner signaal dan het door de antenne ontvangen signaal ter beschikking staat. Een demping van 3 dB (om bij de getallen van ons vorige voorbeeld te blijven), betekent hier dus ook een vermogensverlies

Tabel 7: De invloed van de verbindingskabel tussen antenne en CB-apparaat op de prestaties van het apparaat

type kabel / lengte (m)	RG-58 C/U			RG-213		
	demping (dB)	vermindering van het zend-vermogen (%)	verslechtering van de ont-vangergevoe-ligheid (%)	demping (dB)	vermindering van het zend-vermogen (%)	verslechtering van de ont-vangergevoe-ligheid (%)
5,0	0,45	10	5	0,15	3	1,7
7,5	0,67	14	8	0,22	5	2,5
10,0	0,90	19	11	0,30	7	3,5
12,5	1,12	23	13	0,37	8	4,3
15,0	1,35	27	17	0,45	10	5,3
20,0	1,80	34	23	0,60	13	7,2
25,0	2,25	40	29	0,75	15	9,0
30,0	2,70	47	36	0,90	19	11,0
40,0	3,60	57	51	1,20	24	15,0
50,0	4,50	65	68	1,50	29	18,8

van 0,5 (50%). Dit komt overeen met een verslechtering van de ontvangergevoeligheid met een faktor 1,41 of 41% voor het geval de gevoeligkeid in spanningseenheden (b.v. μV) aangegeven wordt. Als de gevoeligheid van een CB-ontvanger b.v. 1 μV is, dan moet de antenne 1,41 μV leveren, om de oorspronkelijke signaal/ruisverhouding (zonder kabel) weer te bereiken. In tabel 7 is de vermindering van het zendvermogen en de verslechtering van de gevoeligheid van de ontvanger, voor verschillende lengtes verbindingskabel gegeven (in procenten).

Deze waarden zijn gespecificeerd voor het gebruikelijke type kabel RG-58 C/U, als ook voor het duurdere type RG-213. Dit laatste type heeft echter, zoals blijkt, een geringere demping dan het type RG-58 C/U.

Hierbij enige voorbeelden:

Voorbeeld 1:
De verbindingskabel tussen antenne en CB-apparaat in een vaste post heeft een lengte van 12,5 meter. Wat is de invloed op de prestaties van het station als het type kabel RG-58 C/U wordt gebruikt?

Oplossing:
In tabel 7 vinden we, dat het zendvermogen met 23% wordt gereduceerd. Als het zendvermogen 0,5 W is, dan bedraagt het overblijvende vermogen dus: 0,5 - 0,5 x 0,23 = 0,385 W.

Ook de gevoeligheid van de ontvanger wordt met een faktor 1,13 ofwel 13% slechter. Als de gevoeligheid van de ontvanger 0,7 μV is, dan moet de door de antenne te leveren spanning 0,7 x 1,13 = 0,79 μV bedragen, om aan de uitgang van de ontvanger dezelfde signaal/ruisverhouding te hebben.

Voorbeeld 2:
De verbindingskabel tussen antenne en CB-apparaat in een vaste post, heeft een lengte van 50 meter. Wat is de invloed van deze kabel, als kabel van het type R-213 toegepast wordt?

Oplossing:
In tabel 7 vinden we, dat het zendvermogen met 29% wordt gereduceerd. Als het zendvermogen b.v. 0,4 Watt is, dan bedraagt het overblijvende vermogen dus; 0,4 - 0,4 x 0,29 = 0,284 W. Ook wordt de gevoeligheid van de ontvanger met een faktor 1,188 ofwel 18,8% slechter.

Als de gevoeligheid van de ontvanger 0,35 μV is, dan moet de door de antenne te leveren spanning, 0,35 x 1,188 = 0,4158 μV bedragen, om aan de uitgang van de ontvanger dezelfde signaal/ruisverhouding te hebben.

4.10 Het zelf maken van CB-antennes

4.10.1 Voorwaarden

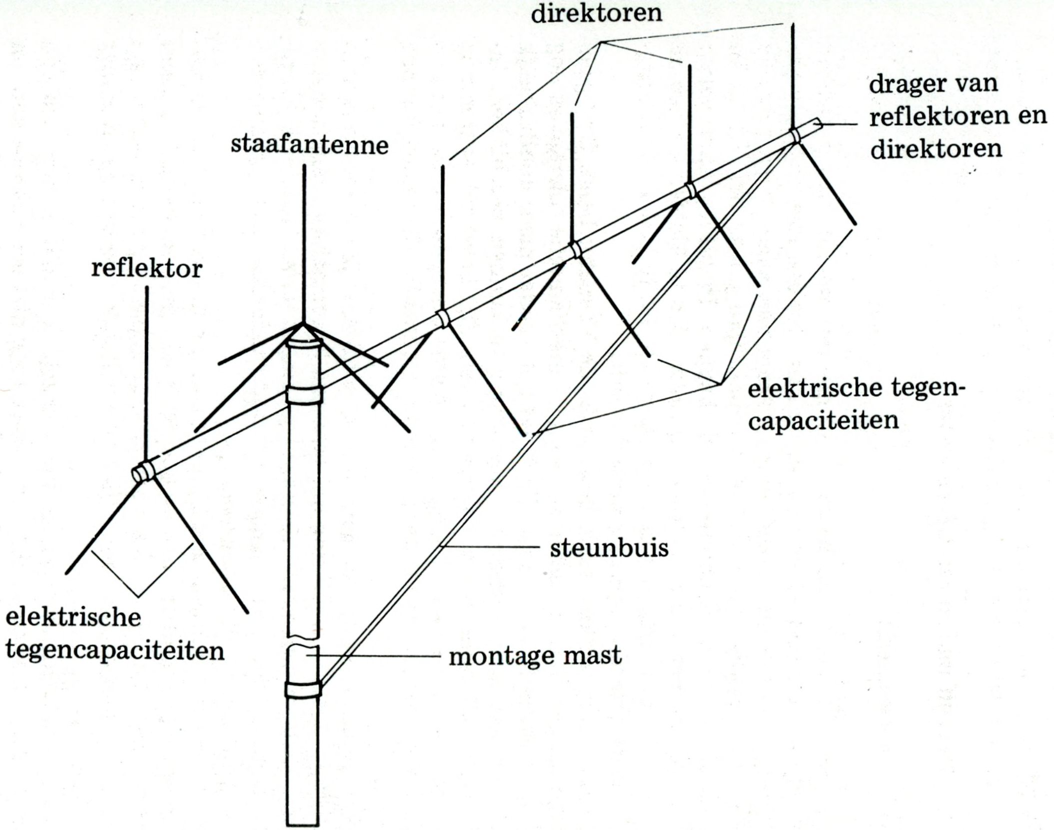
Antennes zijn elektromechanische elementen waarin elektronica en mechanica nauw met elkaar verbonden zijn. Om een enigermate bruikbare antenne te bouwen heeft men daarom niet alleen kennis van de HF-techniek nodig, maar ook een behoorlijke portie handigheid en een aantal daarvoor geschikte gereedschappen. In het algemeen geldt: Hoe hoger de gebruikte bedrijfsfrequentie, des te kleiner worden de mechanische afmetingen van de antenne en des te hogere naukeurigheid van de gereedschappen gevraagd wordt.

CB-antennes werken zoals bekend in de 11-meter band. Zij liggen daarom in een frequentiebereik, waar de mechanische toleranties nog niet zeer kritisch zullen zijn. Toch zal het zonder meer noodzakelijk zijn over een goed uitgeruste werkplaats te kunnen beschikken, indien men zelf antennes wil gaan bouwen. Dit betekent echter nog niet, dat men over een volledig geoutilleerde werkplaats moet kunnen beschikken; omdat draai- en freeswerk natuurlijk uitbesteed kunnen worden.

Een bepaald minimum aan beslist noodzakelijke gereedschappen blijft echter bestaan. Hiertoe behoren een boormachine, verschillende vijlen, schroevendraaiers, sleutels, ijzerzagen enz. Ook een kleine bankschroef, een paar hamers en wat materiaal zoals schroeven, schuurpapier enz., zijn onontbeerlijk.

Voor het zelf bouwen van CB-antennes is het, naast het hebben van het nodige gereedschap, net zo belangrik een paar schetsen te maken voordat men begint, zodat volgens een bepaald plan gewerkt kan worden en voorkomen wordt dat verschillende onderdelen later niet op elkaar passen.

Eerst moet men het echter met zichzelf eens zijn of men zelf een antenne gaat bouwen of dat men liever toch niet een antenne kant en klaar in de winkel koopt. Als men afziet van hetzelf knutselen, d.w.z. afzien van het bevredigende gevoel zelf een goed funktionerende antenne gemaakt te hebben,dan zal het nog maar in twee gevallen voor-



Afb. 83: Demonteerbare richtantenne (type Yagi) voor de vakantie

kommen dat men zelf een antenne gaat maken en wel:

a) Omdat de antennes te duur zijn,

b) Omdat men een antenne wil hebben die niet te koop is.

De eerste reden vervalt meestal bij antennes voor mobiele posten omdat deze relatief éénvoudig en daardoor goedkoop zijn. Bij de meer gecompliceerde antennes voor vaste posten kan dit echter nog weleens een beslissende faktor zijn. Dit geldt in het bijzonder voor CB-amateurs die in een afgelegen omgeving wonen en waar de prijs om een antenne aan te schaffen nog eens flink verhoogd wordt met transporttoeslagen. Deze situaties zullen in Europa echter tot de uitzonderingen behoren.

De tweede reden is alleen dan belangrijk als men een antenne wil construeren die duidelijk betere eigenschappen heeft dan de antennes die men direkt kan kopen.

4.10.2 Demonteerbare richtantenne voor de vakantie

Zoals reeds werd vermeld, zijn in Nederland richtantennes voor CB-communicatie niet toegelaten. Wie echter toch van de voordelen van zo'n antenne gebruik wil maken, kan een richtantenne kopen of zelf maken en deze b.v. op vakantie, in landen waar deze antennes wel toegelaten zijn, gebruiken (In Italie zijn richtantennes bijvoorbeeld toegelaten).

De hierna beschreven richtantenne (type Yagi) is voor dit doel bijzonder geschikt, omdat hij demontabel is en daardoor zeer eenvoudig is te transporteren.

Als basiselement, van de te maken richtantenne, kan een staafantenne met een verlengingsspoel genomen worden, maar vanwege het hogere rendement is het beter een staafantenne zonder verlengingsspoel hiervoor te nemen. Hoe zo'n antenne opgebouwd dient te worden laat afbeelding 83 duidelijk zien. De gehele antenne bestaat uit de basisantenne, één reflektor en vier direktoren. Deze antenne komt overéén met de Yagi-antennes zoals ze vooral bij TV-ontvangst gebruikt worden. Precies gezegd gaat het hier om een Yagi-antenne met een bodemplaat als tegencapaciteit, die uit meerdere staven nagebootst wordt. De basisantenne heeft vier, de reflektor en de vier direktoren hebben ieder twee van zulke staven.

Vanwege de relatief grote golflengte van 11 meter zijn, zowel de dragende buis, als ook de steun verhoudingsgewijs lang. Deze moeten ook voor voldoende mechanische sterkte zorgen.

De afstand tussen de basisantenne en de reflektor bedraagt 0,2 λ = 2,2 m.

De afstand tussen de basisantenne en de eerste reflektor is 0,1 λ = 1,1 m, terwijl de afstand tussen de resterende reflektoren 0,15 λ = 1,65 m bedraagt. De totale lengte van de dragende buis moet derhalve 8,25 meter bedragen. Om het geheel gemakkelijk transporteerbaar te houden, dienen de buizen uit twee of drie stukken gemaakt te worden.

De lengte van de tegencapaciteiten is in het algemeen 2,2 tot 2,5 meter. De lengte van een reflektor is 2,4 m, die eerste direktor is 2,4 m lang, terwijl de rest van de direktoren 2,2 m lang kunnen zijn. De versterking bedraagt ongeveer 8 dB.

4.11 Metingen aan CB-antennes

4.11.1 Algemeen

Om de eigenschappen van antennes zoals het stralingsdiagram, het rendement, de staandegolfverhouding of de ingangsweerstand nauwkeurig te kunnen bepalen zijn antennemeetopstellingen en zeer kostbare meetapparaten nodig, die soms firma's die zich met de ontwikkeling en produktie van antennes bezighouden zich zelfs niet kunnen veroorloven. Het zou daarom niet juist zijn op deze plaats meetsystemen en -apparatuur te beschrijven, die aan de ene kant de financiele mogelijkheden van de CB-amateur ver te boven gaan en aan de andere kant voor het doel niet beslist noodzakelijk zijn.

4.11.2 Het meten van de antenne-aanpassing

Voor de CB-amateur is de belangrijkste meting het bepalen van de aanpassing van de antenne aan het te gebruiken CB-apparaat, aangezien misaanpassingen de prestaties van de apparatuur aanmerkelijk beinvloeden. Voor het meten van de ingangsweerstand van een antenne en het daardoor kunnen bepalen van de aanpassing, bestaan een aantal meetmethodes. Bij relatief lage frequenties past men meestal HF-meetbruggen toe, terwijl bij hogere frequenties reactantieleidingen, éénvoudige reflectometers of gecompliceerde en zeer kostbare apparatuur tot aan halfautomatische of computer bestuurde impedantiemeetapparatuur gebruikt wordt.

De meest éénvoudige en goedkoopste meetmethode voor CB-an-

tennes is het gebruiken van een éénvoudige reflectometer, die ten eerste voor weinig geld aangeschaft kan worden en ten tweede eenvoudig zelf te maken is.

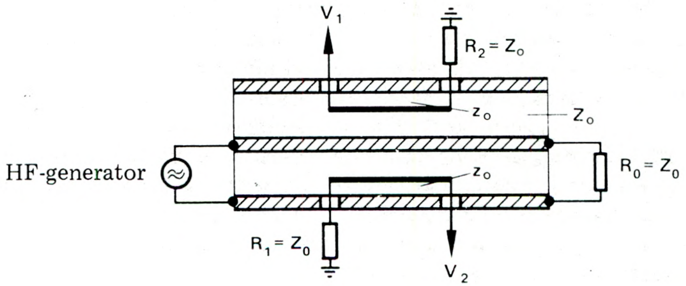
4.11.2.1 De reflectometer en zijn principe

In afbeelding 84 is een koaxiale leiding weergegeven, die uit een buiten-en een binnenbuis bestaat. De impedantie Z_o van deze koaxiale leiding hangt van de diameter van deze z.g. buiten- en binnengeleider af. Deze impedantie Z_o wordt berekend met behulp van de formule:

$$Z_o = 138 \log \frac{D_1}{D_2}$$

Hierin is D_1 de diameter van de buitengeleider en D_2 de diameter van de binnengeleider.

Als op deze koaxiale leiding een HF-generator aangesloten wordt, planten zich over beide geleiders elektromagnetische golven (heengaande golven) voort, die aan het einde van de leiding hun energie afgeven aan de afsluitweerstand R_o. Hierbij is aangenomen dat de weerstand van de afsluiting overeenkomt met de impedantie Z_o van de koaxiale leiding, dat wil dus zeggen dat er optimale aanpassing tussen de koaxiale leiding en de belasting bestaat.



Afb. 84: Principeschakeling van een reflectometer

Als niet aan deze voorwaarde wordt voldaan, dat wil zeggen $Z_o \neq$

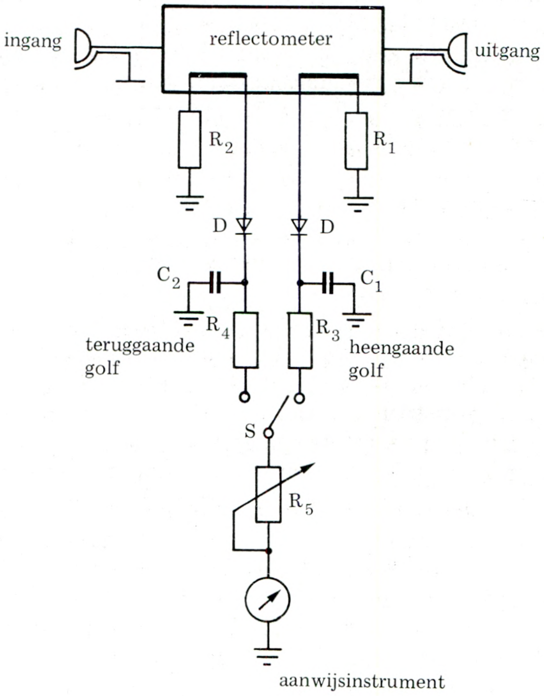
R_o, is er dus een misaanpassing tussen de koaxiale leiding en de belasting en zal afhankelijk van de mate van misaanpassing een bepaald gedeelte van de energie in de richting van de HF-generator gereflekteerd worden (teruggaande golven).

Als nu de mogelijkheid bestond de heen- en teruggaande golven afzonderlijk te meten, zou deze opstelling geschikt zijn om de reflektiefaktor te bepalen. Deze mogelijkheid heeft men gecreeerd door twee richtingsgevoelige uitkoppelingen in spiegelbeeld binnen de koaxiale leiding te monteren. Deze uitkoppelingen worden ieder met een weerstand R_1 resp. R_2 afgesloten en bestaan uit niets anders dan een stukje draad of blik, dat samen met de buitengeleider van de koaxiale leiding een tweede leiding vormt die opzich weer een bepaalde impedantie heeft. De waarde van deze impedantie hangt zowel af van de mechanische afmetingen van de draadjes of stukjes blik als ook van de afstanden van de richtkopplers tot de buitengeleider van de koaxiale leiding. Bij een juiste keuze van deze voorwaarden kan de impedantie van het richtkoppler gelijk gemaakt worden aan de impedantie van de koaxiale leiding. De afstand tussen de richtkopplers en de buitengeleider mag echter niet te groot gekozen worden, omdat daardoor de koppeling tussen de richtkopplers en de koaxiale leiding toeneemt en de impedantie van de koaxiale leiding beinvloed wordt. Waarden van 30 dB zijn normaal.

Het geheim van de in spiegelbeeld aangebrachte richtkopplers ligt in het feit, dat elk van de richtkopplers met een weerstand afgesloten is waarvan de waarde overeenkomt met de impedantie Z_o. De leiding die het richtkoppler met de buitengeleider van de koaxiale leiding vormt, is met andere woorden aangepast. De spanning V_1 die het bovenste richtkoppler uit afbeelding 84 afgeeft, is de heengaande golf, terwijl de spanning V_2 uit het onderste richtkoppler proportioneel is met de teruggaande golf. Deze opstelling maakt het dus mogelijk de heen- en teruggaande golven afzonderlijk te meten en de verhouding V_2/V_1 te bepalen. Deze verhouding nu, is niets anders dan de door ons gezochte reflektiefaktor r. Hierbij is het wel noodzakelijk, dat beide richtkopplers volkomen identiek zijn, iets dat in de praktijk echter gemakkelijk te realiseren is.

Het meten van de genoemde spanningen V_1 en V_2 werpt nog een probleem op, waarvoor nog een extra schakeling gemaakt moet worden. De spanningen V_1 en V_2 zijn n.l. HF-signalen en kunnen daarom niet met éénvoudige meetinstrumenten gemeten worden. Het is daarom noodzakelijk deze signalen gelijk te richten. Dit kan echter met behulp van éévoudige kristaldiodes gedaan worden. Het principe

is in afbeeldig 85 aangegeven. De condensatoren C_1 en C_2 dienen als ontkoppeling voor het HF-signaal, de weerstanden R_3 en R_4 als belastingsweerstand voor de diodes D. Met behulp van de variabele weerstand R_5 wordt de uitslag van het instrument ingesteld.



Afb. 85: Principeschakeling van een reflectometer met indicator

4.11.2.2 De betekenis van de antenne-aanpassing

De door de fabrikant aangegeven reikwijdte van een CB-apparaat kan alleen bereikt worden, als aan de ene kant het hele door de zender afgegeven vermogen door de antenne in de vorm van elektromagnetische golven uitgestraald wordt en aan de andere kant de ontvanger de door de antenne opgevangen HF-energie zonder verlies toegevoerd krijgt.

Er moet met andere woorden een absoluut vrije weg tussen antenne en zender/ontvanger gegeven zijn. Dit gebeurt door het zo nauwkeurig

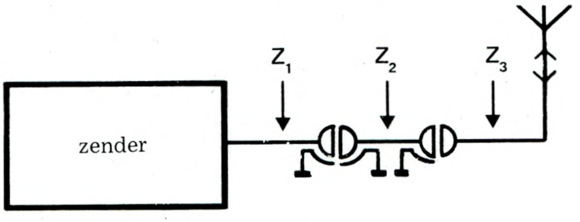
mogelijk aanpassen van de antenne aan het CB-apparaat. Net zoals de zenderuitgang, hebben ook de HF-stekers, de koaxiale kabel en de antenne een bepaalde impedantie. Als de uitgangsimpedantie Z_1 van de zender gelijk is aan de impedantie Z_2 van de verbindingskabel en de ingangsimpedantie Z_3 van de antenne, dan zijn de zender en antenne optimaal aan elkaar aangepast. Dit betekent, dat de antenne het maximale vermogen toegevoerd krijgt en dat vermogen in de vorm van elektromagnetische golven kan uitstralen. Hierbij is natuurlijk aangenomen dat de demping van de verbindingskabel te verwaarlozen is.

Zelfs als de impedanties Z_1, Z_2 en Z_3 volgens de specificaties van de fabrikant aan elkaar gelijk zijn (b.v. $Z_1 = Z_2 = Z_3 = 50\ \Omega$), kan het door niet deskundig aansluiten van de HF-steker op de kabel of door fout installeren van de antenne tot misaanpassingen komen.

Het controleren van de aanpassing tussen zender en antenne kan met behulp van een, in het voorgaande hoofdstuk beschreven, reflectometer gedaan worden.

In afbeelding 87 is het principeschema gegeven van zo'n aanpassingsmeting. Hierbij is de reflectometer dus tussen de antenne en de zender geschakeld. Zolang de aanpassing tussen zender en antenne goed is, slaat het meetinstrument niet uit ($V_2 = 0$). Als er echter een misaanpassing heerst, dan neemt de spanning V_2 met de mate van misaanpassing toe. Deze spanning V_2 kan maximaal gelijk worden aan de spanning V_1, d.w.z. de heengaande en de teruggaande golven zijn even groot.

De verhouding V_2/V_1 noemt men de reflektiefaktor r. De waarde



Afb. 86: Aanpassing tussen zender en antenne

van r varieert tussen 0 (optimale aanpassing) en 1 (totale misaanpassing). De reflektiefaktor r is dus een maat voor de aanpassing.

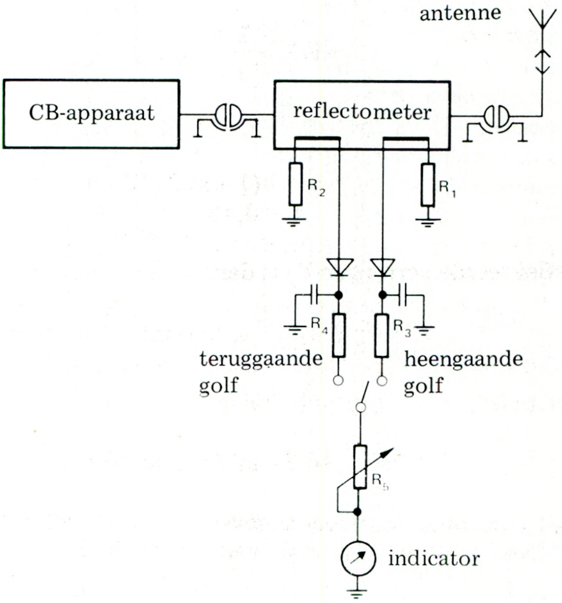
In plaats van de reflektiefaktor r wordt voor de beoordeling van de

aanpassing ook vaak de staandegolfverhouding (SWR) genomen, Tussen SWR en r bestaat de betrekking:

$$\text{SWR} = \frac{1 + r}{1 - r}$$

Hieruit blijt, dat de staandegolfverhouding SWR waarden kan hebben tussen 1 (optimale aanpassing) en ∞ (totale misaanpassing).

Er is meetapparatuur, die de misaanpassing in SWR-waarden aan-



Afb. 87: Meten van de reflektiefaktor van een antenne met behulp van een reflectometer

geeft. Welke betekenis deze waarden in de praktijk hebben, zal aan de hand van de volgende voorbeelden verduidelijkt worden.

Voorbeld 1:
Het zendvermogen van een CB-apparaat is 250 mW. De aanpassing heeft een staandegolfverhoudingswaarde van SWR = 2,5. Welk vermogen wordt daadwerkelijk door de antenne uitgestraald en welk gedeelte wordt naar de zender gereflekteerd?

Oplossing:
Tussen het zendvermogen Pz en het gereflekteerde vermogen Pr bestaat de volgende betrekking:

$$P_r = r^2 \times P_z$$

De reflektiefaktor r wordt met de eerder genoemde formule berekend:

$$SWR = \frac{1 + r}{1 - r} = 2,5$$

d.w.z.

$$1 + r = (1 - r) \times 2,5$$
$$r = 0,43$$

Het gereflekteerde vermogen P_r is dan:

$$P_r = r^2 \times P_z = 0,43^2 \times 250 \text{ mW} = 46,22 \text{ mW}$$

Het uitgestraalde vermogen is derhalve

$$250 \text{ mW} - 46,22 \text{ mW} = 203,78 \text{ mW}$$

In tabel 8 is de samenhang gegeven tussen de reflektiefaktor r, de staandegolfverhouding SWR en de verhouding Pr/Pz.

Voorbeeld 2:
De staande golfverhouding SWR van een antenne is 2,33. Wat is het gereflekteerde vermogen P_r, als het zendvermogen P_z 0,5 W is?

Oplossing:
Uit tabel 8 lezen we af:

$$P_r/P_z = 0,16 : 1$$

Tabel 8: Verhouding tussen r, SWR en Pr/Pz

reflektiefaktor	staande golfverhouding SWR	P_r/P_z
0,0	1,00	0,00 : 1
0,1	1,22	0,01 : 1
0,2	1,50	0,04 : 1
0,3	1,85	0,09 : 1
0,4	2,33	0,16 : 1
0,5	3,00	0,25 : 1
0,6	4,00	0,36 : 1
0,7	5,66	0,49 : 1
0,8	9,00	0,64 : 1
0,9	19,00	0,81 : 1
1,0	∞	1,00 : 1

d.w.z. P_r = 0,16 x 0,5 = 0,08 W = 80 mW

Voorbeeld 3:
De reflektiefaktor van een antenne is r = 0,9.
Wat is het gereflekteerde vermogen P_r, als het zendvermogen 0,2 W is?

Oplossing:
Uit tabel 8 lezen we af:

SWR = 19,00

P_r/P_z = 0,81 : 1

d.z.w. P_r = 0,81 x 0,2 W = 0,162 W = 162 mW

Als de staandegolfverhouding van onze apparatuur verstoord is (waarden boven 2), dan zijn de oorzaken daarvoor op de hierna genoemde punkten tussen zender en antenne te zoeken:

— HF-steker
— verbindingskabel
— antenne

Indien HF-stekers toegepast worden waarvan de impedantie niet overeenkomt met de impedantie van de gebruikte koaxiale kabel, onstaat reeds een misaanpassing. Men moet er daarom steeds op letten, dat de HF-steker en koaxialkabel dezelfde weerstand hebben (bij CB-apparatuur is dat meestal 50 Ω).

Ook fout monteren van de HF-steker op de kabel geeft misaanpassing. Hetzelfde geldt voor het gebruiken van een steker die niet geschikt is voor het type kabel wat we gebruiken. De fabrikanten van HF-steker geven daarom altijd op voor welk type koaxiaalkabel de steker geschikt is en hoe de steker op die kabel gemonteerd moet worden.

Afb. 88: Voorbeeld van een staandegoldmeter voor de 11-m-band

Misaanpassingen kunnen tenslotte ook door de antenne zelf veroorzaakt worden, doordat deze beschadigt is of dat de verbinding met het geleidende oppervlak onder de antenne (b.v. autocarrosserie) slecht ist.

4.12 Antennenmontage

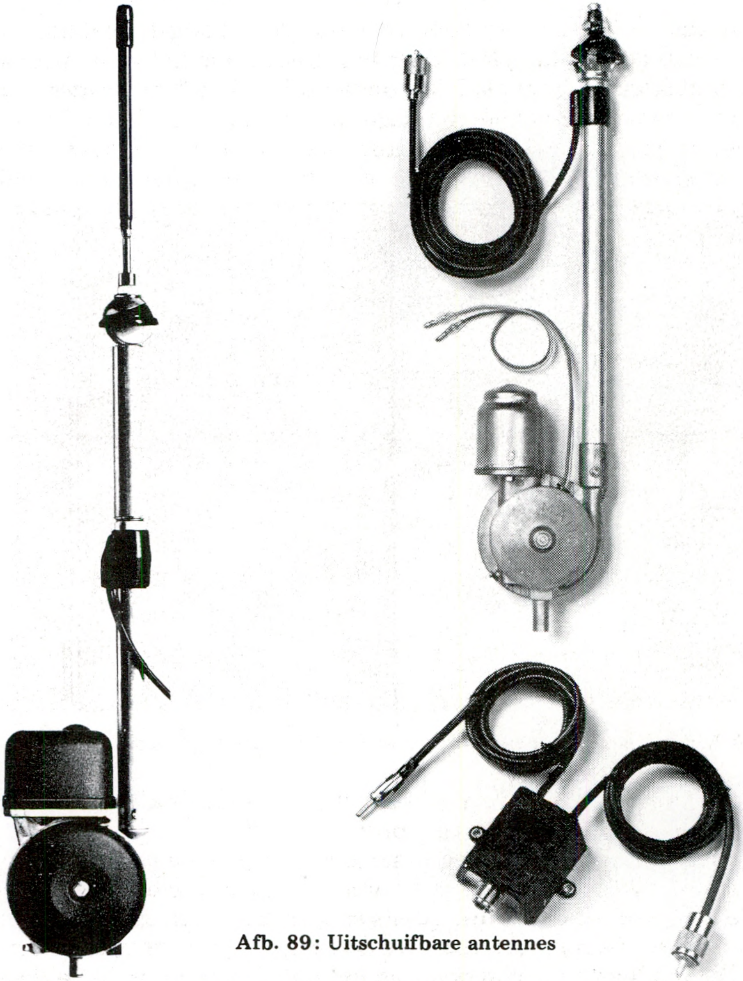
4.12.1 Algemeen

Het indelen van CB-antennes in antennes voor mobiele stations en antennes voor vaste posten blijft ook van toepassing wanneer we het gaan hebben over het monteren van antennes, aangezien we met verschillende faktoren rekening moeten houden. Zo zullen mobiele antennes hoofdzakelijk op voertuigen gemonteerd worden, terwijl antennes voor vaste posten hoofdzakelijk op masten gemonteerd zullen worden. Bij het installeren zelf worden verschillende methodes toegepast en maakt men ook gebruik van andere hulpmiddelen. Verschillende werkzaamheden, zoals b.v.het aansluiten van HF-stekers of het

meten van de staandegolfverhouding blijven gelijk en zullen daarom niet afzonderlijk behandeld worden.

4.12.2 Het monteren van mobiele antennes

Mobiele antennes worden, zoals reeds eerder werd gezegd, hoofdzakelijk op voertuigen en in het bijzonder op personenauto's ge-



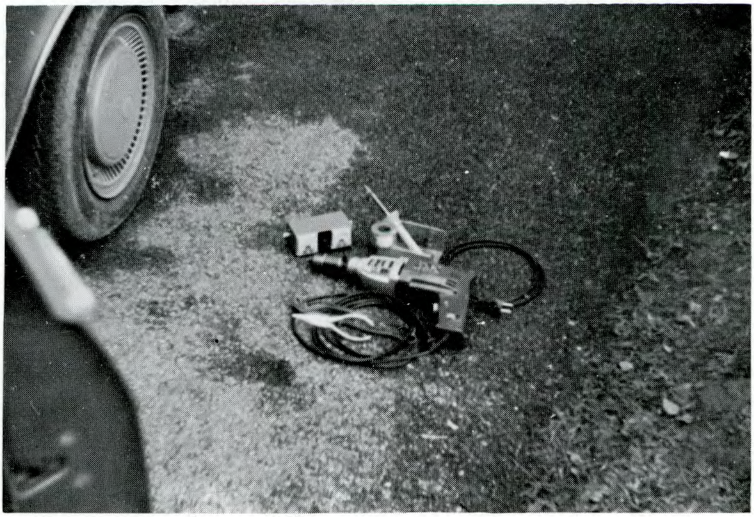
Afb. 89: Uitschuifbare antennes

monteerd. De navolgende aanwijzingen zijn daarom voor het monteren van een staafantenne op een personenauto. De beschreven werk-

wijze is echter zonder moeilijkheden aan te passen voor het monteren van mobiele antennes op andere voertuigen. Alleen het monteren van mobiele antennes op schepen komt meer overéén met het monteren van antennes voor vaste posten.

4.12.2.1 Het monteren van mobiele antennes op personenauto's

Het is aan te bevelen het voor de montage benodigde materiaal en gereedschap geheel kompleet klaar te leggen, zodat het werk niet vanwege ontbrekende hulpmiddelen onderbroken hoeft te worden. Verder is het nuttig eerst al het montagemateriaal te controleren (beugels, schroeven enz.) en het meegeleverde toebehoren bij CB-apparaat en antenne (koaxialkabel, HF-stekers enz.) klaar te leggen. Indien nodig

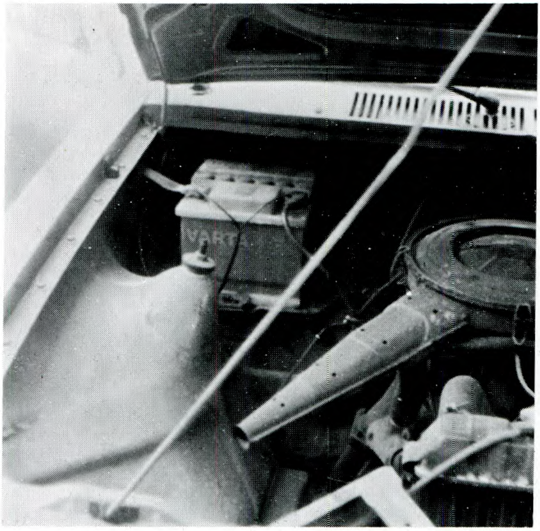


Afb. 90: Gereedschap en materiaal voor het monteren van CB-antennen

kan dan het ontbrekende materiaal nog bij de firma waar het CB-apparaat werd gekocht, gehaald worden.

Na deze voorbereidende werkzaamheden begint de eigenlijke montage met het kiezen van de plaats waar de antenne gemonteerd moet worden. Hiervoor komen drie plaatsen op het voertuig in aanmerking, die voor wat betreft het haalbare stralingsdiagram vrijwel identiek zijn. De voorkant, de achterkant en het dak. Eigenlijk is de beslissende faktor de hoeveelheid werk die verricht moet worden om de an-

tenne te bevestigen en de koaxiaalkabel te leggen. In het algemeen zal het monteren van de antenne aan de voorkant van de auto het minste werk vragen. In dit geval zijn namelijk werkzaamheden als het los maken van de dakbekleding en het uitbouwen van de stoelen overbodig.

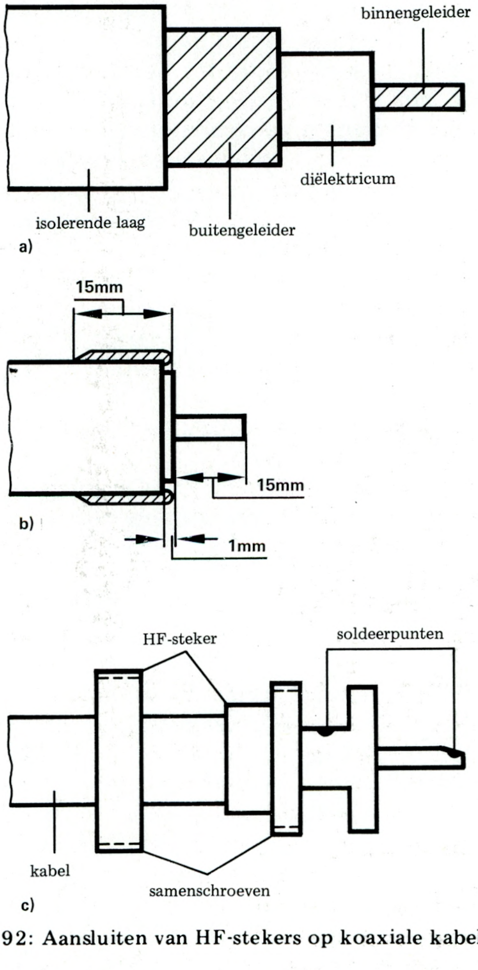


Afb. 91: Het aansluiten van een mobiele post op de auto-accu

Hierbij komt nog, dat de koaxiaalkabel voor de antenne en de draden voor de spanningsverzorging, in het algemeen, door één gat in de carrosserie naar binnen gebracht kunnen worden. Dit laatste is natuurlijk alleen nodig, als in de cabine van de auto niet reeds een spanningsaansluitpunt zit en de apparatuur direkt op de accu aangesloten moet worden. Het voordeel van het monteren van de antenne op het dak van de auto is, dat door het gelijkmatige oppervlak onder de antenne de rondheid van het stralingsdiagram gunstig beinvloed wordt. Het monteren op de achterkant biedt het voordeel, dat een betere ontkoppeling tussen motor en antenne bestaat, zodat de kans op storingen kleiner is.

Voor het bevestigen van de antenne wordt eerst een gat van 3-5 mm geboord, dat daarna met een grotere boor op de benodigde diameter opgeboord wordt. Nu kan de antenne geplaatst en vastgeschroefd worden. De koaxiaalkabel, waarop aan de ene kant een HF-steker gemonteerd is, kan nu aangesloten worden op de HF-steker van de

antenne. Met behulp van een isolatiespray wordt de HF-verbinding tussen antenne en kabel tegen indrigend vocht beschermd.



Afb. 92: Aansluiten van HF-stekers op koaxiale kabels

Zodra de antenne gemonteerd is, kan begonnen worden met het leggen van de koaxiaalkabel. Hiervoor moeten we echter eerst een geschikte plaats vinden waar een gat in de scheiding tussen motorruimte en personencabine geboord kan worden.

Hierna wordt de lengte van de koaxiaalkabel bepaald door de af-

stand te meten tussen antenneaansluiting en de plaats waar het CB-apparaat gemonteerd moet worden. Nu kan ook de HF-steker op de kabel aangesloten worden. Hiervoor dienen de aanwijzingen die in afbeelding 92 gegeven worden nauwkeurig opgevolgd te worden. Als de HF-steker gemonteerd is, wordt de staandegolfverhouding bepaald. Hiertoe sluit men tussen zender en antennekabel een staandegolfmeter (afb. 93) aan, sluit men de voedingskabel aan, schakelt men het apparaat in en drukt men op de zendknop. Als men geluk heeft wijst de staandegolfmeter gelijk een waarde aan die onder 1:1,2 ligt. In dat geval hoeft de antenne niet verder aangepast te worden. Als een hogere waarde gemeten wordt, dan moet de antenne naar beneden gehaald worden en net zolang verlengd resp. verkort worden totdat de gewenste waarde bereikt is (zie afbeelding 94).

Als de antenne aangepast is, wordt de staandegolfmeter weggehaald. De antennekabel kan nu met behulp van de HF-steker op het CB-apparaat aangesloten en vastgeschroefd worden.

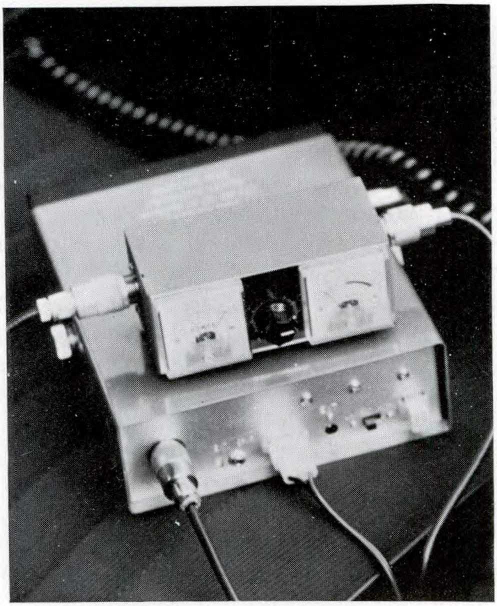
4.12.2.2 Het monteren van mobiele antennes op schepen.

Het feit, dat steeds meer schepen van CB-apparatuur worden voorzien, werpt de vraag op, hoe men het best de antenne aan boord kan monteren. Hierbij kunnen we direkt tussen twee verschillende types boten onderscheid maken, aangezien hierbij verschillende montagemethodes toegepast dienen te worden. Het gaat om metalen, hoofdzakelijk motorboten en om houten of kunststof boten, hoofdzakelijk zeilboten en zeiljachten.

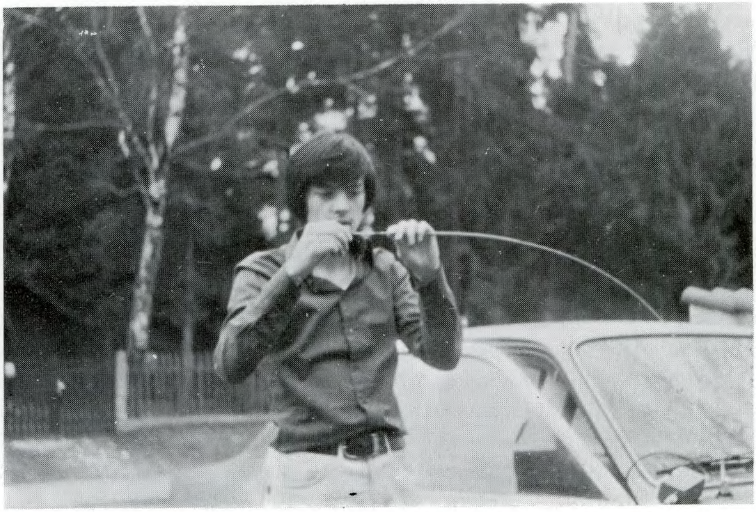
Op metalen boten kunnen zonder meer staafantennes zonder tegencapaciteiten (radials) toegepast worden. Deze antennes kunnen ook aanmerkelijk langer zijn dan de antennes die bijvoorbeeld op vrachtwagens gemonteerd worden, omdat op het water nog meer ruimte is en derhalve nog niet zozeer met omliggenden rekening gehouden hoeft te worden. Men zal daarom op dit type schepen meestal geen gebruik hoeven te maken van de antennes met een verlengingsspoel en de grotere afmetingen op de koop toenemen.

Andere bepalende faktoren voor het kiezen van een bepaalde antenne worden door de omstandigheden bepaald waaronder de antenne ingezet dient te worden.

Mechanische belastingen en corrosiegevaar en dan in het bijzonder van zout of brakwater maken een robuuste constructie en het toepassen van speciale afdichtingen bepaald niet tot een luxe. Men kan zich niet voorstellen, hoe snel de elektrische en mechanische eigenschappen



Afb. 93: Voor het controleren van de antenne-aanpassing wordt tussen het CB-apparaat en de antenne een staandegolfmeter aangesloten



Afb. 94: Het aanpassen van de antenne door verlengen resp. verkorten van de antenne

van antennes en antennekabels in zulke omgevingen beinvloed zullen worden. Het is daarom noodzakelijk, niet alleen zeer zorgvuldig te werk te gaan bij de montage, maar ook reeds bij de keuze van de antenne. Uit ervaringen van CB-amateurs is mij bekend, dat de SWR na een hevige regenbui tot 3 steeg en het water uit de gedemonteerde antenne stroomde. Dezelfde zorgvuldigheid is echter ook geboden bij het kiezen van de plaats waar de antennekabel de boot binnenkomt en hoe hij komt te lopen. Het is aan te bevelen een koaxiaalkabel te gebruiken met een koperen buis als buitengeleider en gesoldeerde HF-connectoren. In grotere jachthavens zijn vaak firma's gevestigd die gespecialiseerd zijn in het monteren van antennes en apparatuur op schepen, waar deze werkzaamheden dan ook door speciaal daarvoor opgeleid vakpersoneel uitgevoerd kunnen worden.

Voor de plaats waar de antenne het best gemonteerd kan worden geldt in het algemeen: Hoe hoger de antenne gemonteerd wordt des te betere resultaten behaald kunnen worden voor wat de reikwijdte van de CB-apparatuur betreft. Het is daarom zeker aan te bevelen de antenne op de punt van de mast te monteren. Deze plaats is bij zeilboten ook om een andere reden aan te bevelen. Zeilboten zijn in het algemeen van hout of kunststof gemaakt.

Daarom is het, voor de antennes die we hier toepassen, noodzakelijk tegencapaciteiten (radials) aan te brengen, die echter het nadeel hebben lang te zijn en daardoor veel plaats in beslag nemen. Bij metalen schepen valt dit nadeel weg. Daardoor kan de antenne op andere hiervoor in aanmerking komende plaatsen worden aangebracht, zolang daardoor de bewegingsmogelijkheden van het zeil niet gehinderd worden.

4.12.3 Het monteren van antennes voor vaste posten

Antennes voor vaste posten worden in het algemeen op masten aangebracht, die op hun beurt vaak op daken of aan muren van huizen enz. gemonteerd zijn. Bij de montage van dergelijke antennes heeft men naast de problemen met HF-aansluitingen en het leggen van de antennekabel ook rekening te houden met een aantal veiligheidsmaatregelen om de risico's, die grote gevolgen kunnen hebben, te vermijden.

4.12.3.1 Veiligheidsgezichtspunten

De ongevallenstatistieken leren ons, dat bij het monteren van antennes voor vaste posten dagelijks ongevallen — met daaronder ongevallen

met dodelijke afloop — gebeuren. Bij het installeren van deze antennes is daarom dan ook uiterste voorzichtigkeid te betrachten. Men moet nooit aan dit soort werkzaamheden beginnen als men niet van vakkundige en serieuze hulp verzekerd is. Ook dient men de nodige veiligheidsmaatregelen te nemen zoals: Het dragen van een veiligheidsgordel, en het verankeren van de gebruikte ladder. Hulp van buren bij gevaarlijke werkzaamheden (installatie's op het dak enz.) is niet aan te raden, omdat dit in geval van een ongeluk onaangename gevolgen kan hebben. Het kiezen van hulp moet o.a. daarom met de grootst mogelijke verantwoordelijkheidszin gebeuren.

Andere veiligheidspunten hangen met de plaats, waar de antenne gemonteerd moet gaan worden, samen. Zo mogen op gebouwen of huizen met een zachte dakbedekking (b.v. rieten daken) geen antennes of antennekabels gemonteerd worden. Bij daken die van harde dakbedekking zijn voorzien, mag het begaan van deze daken, door het installeren van antennes en kabels niet behinderd worden. Bijzonder voorzichtig dient men te zijn als in de buurt waar de antenne moet komen hoogspanningsleidingen zijn. De tragische dood van een zendamateur die recent met zo'n hoogspanningskabel in aanraking kwam, is de beste waarschuwing voor alle CB-ers. Tot slot dient men er rekening mee te houden, dat diegene die de antenne heeft gemonteerd voor alle schade die daaruit voortvloeit verantwoordelijk is. Het is daarom in ieders eigenbelang, dat de bestaande veiligheidsvoorschriften zo nauwkeurige mogelijk nageleefd worden.

4.12.3.2 Wettelijke gezichtspunten

Naast de veiligheidsmaatregelen, zijn er ook nog de wettelijke voorschriften waar men bij het installeren van een antenne rekening mee dient te houden. Principieel heeft men als huurder, voor het opstellen van een vaste-post-antenne, toestemming van de huis-of grondeigenaar nodig, aangezien men zich zou kunnen voorstellen dat zijn belangen hierdoor geschaad worden.

Steeds meer gevallen worden er bekend, waarbij huiseigenaren zich verzetten tegen het monteren van CB-antennes voor vaste posten en het de CB-amateurs daardoor moeilijk maken wat meer plezier aan hun hobby te beleven. Er worden verschillende, echter zelden steekhoudende argumenten gebruikt. De staafantennes voor CB-apparatuur zijn namelijk veel eenvoudiger dan de gecompliceerde TV-antennes die men vaak ziet en waar niemand bezwaar tegen heeft. Mij werd enige tijd terug een geval bekend, waarbij de huiseigenaar de

toestemming voor het installeren van een CB-antenne weigerde met het argument, dat door het leggen van de kabel langs de buitenkant van zijn huis, de buitenmuur kon worden beschadigd. Bij zulke argumenten mag men zijn hoofd schudden, men mag het echter nooit verliezen.

Het niet geven van toestemming voor het installeren van een CB-antenne, is door de huiseigenaar niet voor de wet te verdedigen, als niet nadrukkelijk in de huurovereenkomst is vermeld, dat het plaatsen van antennes op het dak verboden is. Het is daarom aan te bevelen privéredenaties en chicane van huiseigenaren uit de weg te gaan en van het begin af aan een ervaren juridische hulp te vragen.

4.12.3.3 Het voorbereiden van de montage

Het monteren van een antenne voor een vast post begint, net als bij het monteren van mobiele antennes, met het verzorgen van het benodigde gereedschap. Er zijn echter bovendien nog een aantal extra voorbereidingen noodzakelijk, die bijvoorbeeld bij het monteren van een antenne op een vrachtauto overbodig zijn. Hiertoe behoort o.a. het precies bepalen van de plaats waar de antenne dient komen te staan en het zorgvuldig plannen hoe de antennekabel moet komen te lopen. Het is verder aan te bevelen deze gegevens in een schets vast te leggen en eerst daarna, aan de hand van deze schets, met de montagewerkzaamheden te beginnen. Hierbij is ook het binnenvoeren van de HF-kabel, in het gebouw of huis waar de CB-apparatuur komt te staan, goed voor te bereiden en moet men rekening houden met het monteren van een bliksembeveiliging. Dikwijls moet men kiezen tussen de gunstigste weg, die de minste energieverliezen tot gevolg heeft en de weg die de minste problemen heeft bij het binnenvoeren van de kabel in het huis of gebouw.

4.12.3.4 Het bevestigen van de antennemast

De meeste antennes voor vaste posten worden op masten bevestigd, die niet getuid hoeven te worden. We noemen dit type masten zelfdragende masten. Bij dit soort masten dient men goed op de bevestiging van de mast te letten. Zo mag, als de mast in metselwerk bevestigd dient te worden deze niet in gips geplaatst worden, maar dient cement gebruikt te worden. Hetzelfde geldt voor de installatie van masten op schoorstenen, waarbij de stevigheid van het metselwerk, afhankelijk van de dikte daar van, aanmerkelijk verzwakt kan worden.

Voor deze manier van installeren is het daarom aan te bevelen, daarvoor geschikte banden met buisklemmen te nemen, die om de schoorsteen heen passen. Bovendien moeten we er aan denken, dat, als toch tuien gebruikt worden, deze in verband met de vogels nooit dunner dan 1 mm mogen zijn.

Tabel 9 laat de verhouding zien tussen de lengte en sterkte van de antennemast.

Tabel 9

lengte (m)	doorsnede (mm)	wanddikte (mm)
1,5	18	2
2,5	22	2
3,0	26	2
3,5	20	2
4,5	41,5	2,5
5,5	51	2,5
6,0	54	2,5
7,0	60	3
8,0	76	3
9,5	90	3,5

4.12.3.5 Bliksemafleiders

Net als alle uit de aarde stekende metalen voorwerpen, zijn ook CB-antennes aan elektrische ontladingen in de atmosfeer blootgesteld.

Zoals bekend dient iedere antenne-installatie de mogelijkheid te hebben, een blikseminslag of een andere in zijn omgeving optredende overspanning zonder gevaar, naar de aarde af te geleiden. Dit kan alleen goed en veilig gedaan worden door een vakkundig geinstalleerde bliksembeveiliging aan te brengen, waarbij niet alleen de antenne zelf, maar ook met de mast en de mastbevestigingen rekening gehouden dient te worden.

Een bliksembeveiliging dient een overspanningsafleider en een bliksemafleider te hebben, die beiden een goede geleidbaarheid moeten hebben om de inslag naar de aarde te kunnen geleiden.

De antennemast en andere, met de antenne samenhangende meta-

len onderdelen moeten galvanisch verbonden zijn met de bliksembeveiligingsinstallatie. Hiervoor is een minstens 10 mm dikke verzinkte draad of een metalen band met dezelfde doorsnede noodzakelijk. Antennemasten van niet geleidend materiaal, zoals hout en kunststof die langer zijn dan 3 meter, moeten van een metalen draad van minstens 3 of 4 mm dik voorzien zijn, die ook weer goed elektrisch met de bliksemafleider verbonden moet worden. Alle provisorische maatregelen zijn hier niet op zijn plaats.

In twijfelgevallen is het daarom beter een vakman op het gebied van bliksembeveiliging om raad en hulp te vragen, dan door onvakkundige installatie mogelijkerwijs aanzienlijke schade te riskeren.

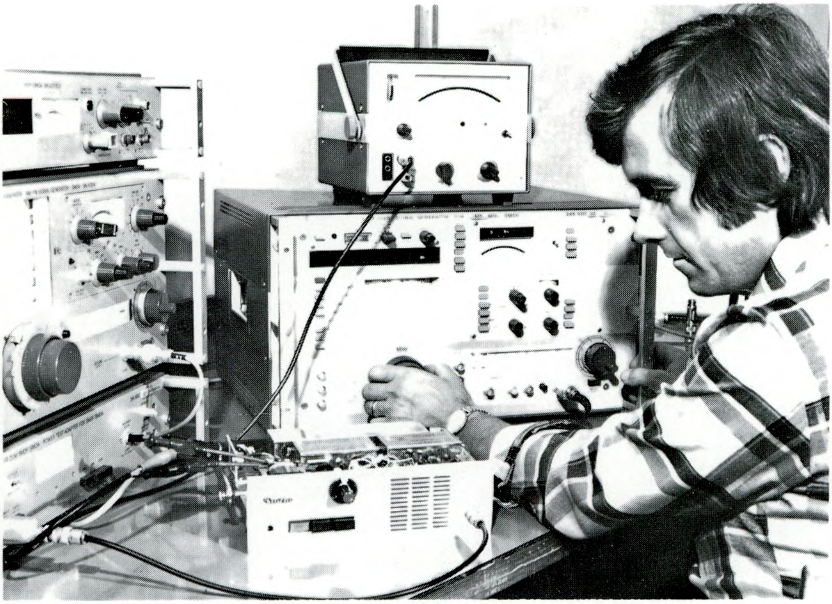
Extra aandacht vraagt ook de bliksemafleider zelf. In het ongunstigste geval, namelijk een inslag op de antenne zelf, resp. op de mast zelf, moet de enorme hoevelheid elektrische energie via de meest direkte weg, via een zo klein mogelijke weerstand, naar de aarde afgeleid worden, zonder dat zich in de buurt bevindende brandbare voorwerpen in brand gestoken worden.

Tenslotte dient men voor een solide aarding van de bliksemafleider te zorgen.

5 Metingen aan CB-apparatuur

Alhoewel CB-apparaten tot de goedkoopsten uit de totale familie communicatieapparatuur behoren, is het ook voor hun probleemloos functioneren noodzakelijk nauwkeurige meetmethoden en- apparatuur te gebruiken in de ontwikkeling, bij afnamekeuringen, reparatie en onderhoud van deze apparatuur.

Makkelijk begrijpbare meetmethodes en goedkope meetapparatuur dienen er toe de CB-amateur de mogelijkheid te geven zijn apparatuur door eenvoudige controlemetingen te testen.

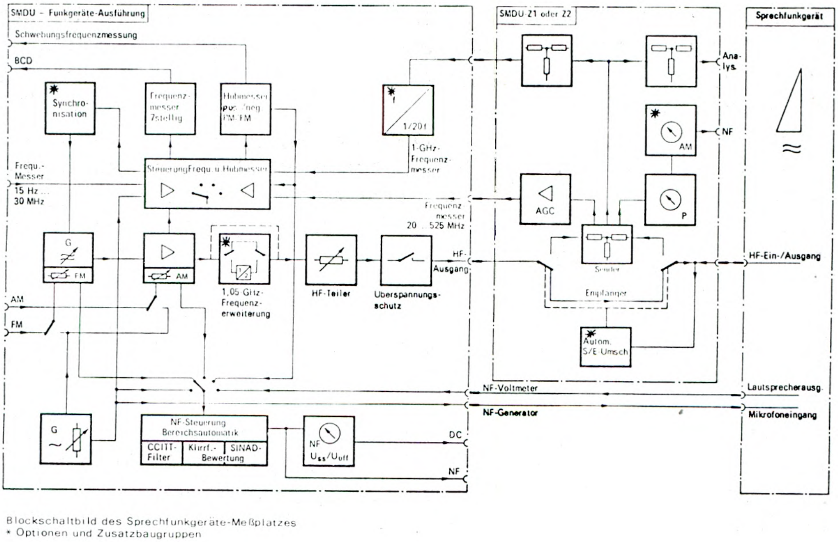


Afb. 95: Meetopstelling voor het testen van zender/ontvangers
(foto: Rohde & Schwarz)

5.1 Meetapparatuur voor de ontwikkeling, afname, reparatie en onderhoud van CB-apparatuur

Alhoewel de CB-amateur in de eerste plaats geïnteresseerd zal zijn aan de voor de controle van zijn apparaat noodzakelijke metingen, willen we in het navolgende ook de voor de ontwikkeling, produktie en afnamekeuringen noodzakelijke meetapparatuur en – methoden kort bespreken, om te laten zien, dat professionele meettechniek en — apparatuur noodzakelijk zijn om de onberispelijke kwaliteit van CB-apparatuur te kunnen garanderen. Als voorbeeld zal de veel toegepaste mobilofoon meetopstelling SMDU 09, van de firma Rohde & Schwarz dienen.

Afbeelding 96 toont het blokschema van deze meetopstelling. Rechts is een mobilofoon aangesloten, waarvan de specificaties gecontroleerd moeten worden. Hierbij is op te merken dat deze meetopstelling niet alleen gebruikt wordt om CB-apparatuur te testen, maar voor allerlei soorten communicatie apparatuur. Daarom zijn er veel meer mogelijkheden, dan voor CB-apparatuur noodzakelijk zijn.



Afb. 96: Blokschema van de meetopstelling SMDU met aangesloten zender/ontvanger

Om de kwaliteit van de zender te kunnen controleren wordt het te testen apparaat op zenden geschakeld. Hij levert dan aan de HF-ingang/uitgang van de meetopstelling een HF-vermogen af, dat het mogelijk maakt een deel van zijn eigenschappen zoals, vermogen, frequentie, roeptoonfrequentie enz. te meten.

Andere eigenschappen, de modulatiediepte (bij AM-apparatuur) of frequentiezwaai (bij FM-apparatuur), de vervorming, frequentiekarakteristiek enz. kunnen gemeten worden als de CB-zender vanuit de LF-generator gemoduleerd wordt (microfooningang). Voor andere metingen, zoals b.v. de in de CEPT-eisen voorgeschreven meting van de stoorstraling van de zender, kunnen m.b.v. een spectrumanalysator via de uitgang „analys" uitgevoerd worden.

Voor het controleren van het ontvanger-gedeelte wordt het CB-apparaat op ontvangen geschakeld. Nu wordt door de in de meetopstelling ingebouwde meetzender een gemoduleerd HF-signaal aan de ontvanger geleverd. Eigenschappen zoals, ontvangergevoeligheid, frequentiekarakteristiek, vervorming, blocking, nabuurkanaalselektiviteit, intermodulatiestoring, ontvanger-stoorstraling, squelchniveau enz. kunnen m.b.v. eenvoudige en tijdbesparende methoden gemeten worden.

Bij apparatuur met combinatiefilters, d.w.z. van filters die het mogelijk maken zender en ontvanger via één antenne gelijktijdig te bedrijven, kunnen ook de filterdemping en ongewenst overspreken enz. gemeten worden.

De meeste van de hiervoor genoemde begrippen zijn ons van de voorgaande hoofdstrukken bekend. De overigen zijn vooral bij de ontwikkeling, afname, onderhoud en reparatie van communicatie-apparatuur van belang, zodat wij er ons in de samenhang van dit boekje niet verder mee hoeven bezig te houden.

5.2 Meetmethoden en meetapparatuur voor de gebruiker van CB-apparatuur

De gebruiker van CB-apparatuur is in het algemeen alleen geïnteresseerd in een relatief gering aantal noodzakelijke metingen die het hem mogelijk moeten maken de bedrijfstoestand van zijn apparatuur te beoordelen. Daarbij gaat het vooral om de volgende metingen:

- meten van het zendvermogen
- meten van de antenneaanpassing
- meten van de ontvangergevoeligheid

— meten van de zendfrequentie
— meten van de toestand van de gebruikte kristallen

Een aantal verkrijgbare goedkope en eenvoudig te bedienen meetapparaten maken het iedere CB-vriend mogelijk, deze ter controle van zijn apparatuur, zelf uit te voeren.

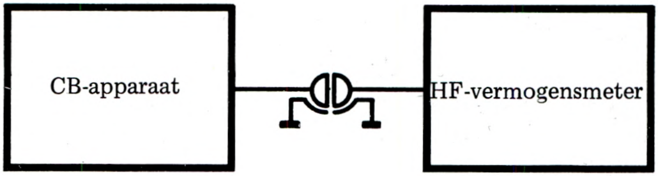
5.2.1 Meten van het zendervermogen

Het bepalen van het zendervermogen van een CB-apparaat kan of met een HF-vermogensmeter of met behulp van een daarvoor geschikte reflectometer gedaan worden.

5.2.1.1 Meten met HF-vermogensmeters

Het meten van het zendervermogen van een CB-zender met behulp van een HF-vermogensmeter is in principe weergegeven in afbeelding 97.

Voor het meten van het zendvermogen m.b.v. een HF-vermogensmeter moet de antenne losgekoppeld worden. Dit is alleen bij vaste posten en mobiele stations maar niet bij draagbare apparatuur mogelijk.



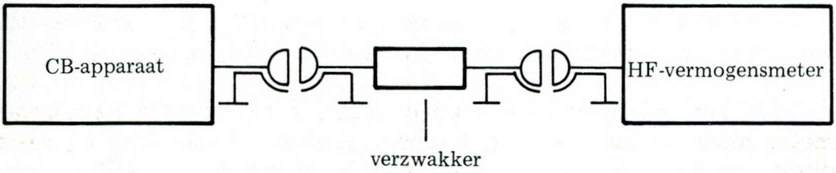
Afb. 97: Principeschema voor het meten van het zendvermogen van een CB-apparaat m.b.v. een HF-vermogensmeter

Het aansluiten van het CB-apparaat gebeurt door het eenvoudigweg samenschroeven van de HF-stekers. Hierbij moet en de HF-steker van het CB-apparaat en die van de HF-vermogensmeter wel op elkaar passen, d.w.z. van het gelijke type, echter niet beslist van het gelijke fabrikaat zijn. Verder moet de inwendige weerstand (impedantie) van het CB-apparaat en van de HF-vermogensmeter aan elkaar gelijk zijn (in de meeste gevallen 50 Ω). Tenslotte dient het meetbereik van de ver-

mogensmeter minstens even groot te zijn als het van het CB-apparaat te verwachten HF-vermogen.

Als aan deze voorwaarden is voldaan, hoeft men alleen nog maar de zenderknop van de zender in te drukken om het zendervermogen op het instrument van de vermogensmeter af te lezen.

Als het meetbereik van de gebruikte HF-vermogensmeter te klein is voor het meten van het HF-vermogen van de zender, dan kan een verzwakker uitkomst brengen (afb. 98). Het gaat hier om een apparaat dat het aan hem toegevoerde vermogen verzwakt. Anders gezegd; een verzwakker levert aan de uitgang een lager vermogen af dan het ingangsvermogen. De verzwakking of demping wordt in dB uitgedrukt. Er bestaan verzwakkers met een vaste demping en verzwakkers waarvan de demping instelbaar is.



Afb. 98: Vermogensmeting met gebruik van een verzwakker

Tabel 10 laat de samenhang tussen dB en de vermogensverhouding ingang/uitgang zien.

Voorbeeld 1.
Op een vermogensmeter met een voorgeschakelde verzwakker van 2 dB wordt een vermogen van 200 mW afgelezen. Wat is het werkelijke vermogen?

Oplossing:
Uit de tabel lezen we af:

$$200 \text{ mW} \times \frac{1}{0{,}63} = 317{,}5 \text{ mW}$$

Voorbeeld 2.
Op een vermogensmeter met een voorgeschakelde verzwakker van 23 dB, wordt een vermogen van 2,3 mW afgelezen. Wat is het werkelijke vermogen:

Tabel 10

dB	Vermogensverhouding
0	1 : 1
1	1 : 0,8
2	1 : 0,63
3	1 : 0,5
4	1 : 0,4
5	1 : 0,32
6	1 : 0,25
7	1 : 0,2
8	1 : 0,16
9	1 : 0,125
10	$1 : 10^{-1}$
20	$1 : 10^{-2}$
30	$1 : 10^{-3}$
40	$1 : 10^{-4}$
50	$1 : 10^{-5}$
60	$1 : 10^{-6}$
70	$1 : 10^{-7}$
80	$1 : 10^{-8}$
90	$1 : 10^{-9}$
100	$1 : 10^{-10}$

Oplossing:
Uit de tabel lezen we af:

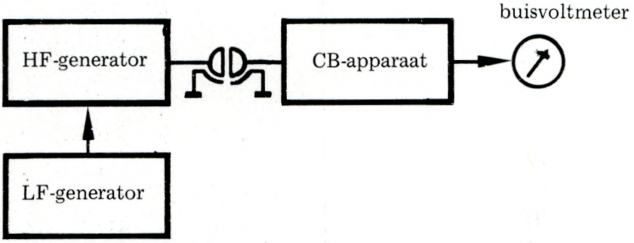
$$2{,}3\ \text{mW} \times \frac{1}{0{,}01} \times \frac{1}{0{,}5} = 460\ \text{mW}$$

5.2.1.2 Het meten van het zendervermogen met behulp van een reflectometer

Een andere methode om het vermogen van een zender te meten is die met de reflectometer, zoals die in hoofdstuk 4 werd beschreven. Hierbij wordt een aanwijsinstrument op het richtkoppler, dat de heengaande golf meet, aangesloten. De schaal van deze meter wordt direkt in watt resp. milliwatt geijkt.

5.2.2 Meten van de ontvangergevoeligheid

Het meten van de ontvangergevoeligheid van een CB-apparaat is technisch gezien eenvoudig. Er zijn echter een aantal meetapparaten voor nodig, die niet iedere CB-vriend zich zal kunnen veroorloven. De principeschakeling voor deze meting is weergegeven in afbeelding 99. Een gemoduleerd HF-signaal voedt het CB-apparaat. Met een voltmeter wordt het LF-signaal aan de CB-ontvanger gemeten.



Afb. 99: Principeschema voor het meten van de gevoeligheid van een CB-ontvanger

Bij apparatuur zonder LF-uitgangsconnector moet het LF-signaal in het apparaat afgetakt worden. Met afgeschakeld HF-signaal wordt nu het signaal aan de LF-uitgang gemeten. Dit signaal is niets anders dan het ruisen van het CB-apparaat zelf. Nu wordt het HF-signaal zover vergroot tot het LF-signaal 10 resp. 20 dB boven het ruisniveau stijgt. Het op de HF-generator afgelezen niveau, van het uit de generator komende HF-signaal, is dan de ontvangergevoeligheid.

5.2.3 Meten van de zendfrequentie

Het vaststellen van de zendfrequentie kan door middel van een eenvoudige meting gedaan worden. Het is in feite de meest eenvoudige meting die aan een CB-apparaat gedaan kan worden. Men heeft alleen een frequentieteller nodig, die het zendvermogen van het CB-apparaat kan verdragen en waar het 11-m-bereik (27 MHz) op voorkomt.

In afbeelding 100 is de meting in principe weergegeven. Na het aansluiten van de teller op het CB-apparaat en het drukken op de zendknop, leest men direkt de frequentie af.

Tijdens de meting mag men trouwens niet in de microfoon spreken, omdat dit een foutieve meting van de draaggolffrequentie tot gevolg

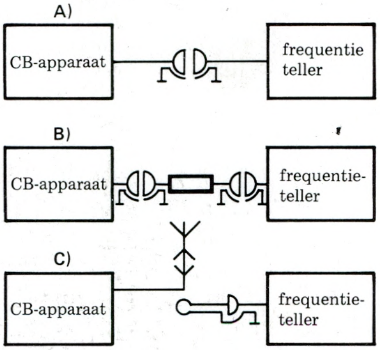
heeft. Als de frequentieteller het zendvermogen van de CB-zender niet kan verdragen, dient tussen de zender en de teller een verzwakker opgenomen te worden, die voldoende demping geeft (zie Afb. 101 b).

Afb. 100: Frequentietellers voor het meten van de zendfrequentie van CB-zenders

Als de antenne niet van de apparatuur losgemaakt kan worden (zoals bij veel draagbare apparaten het geval is), kan volgens het principe van afbeelding 101c gehandeld worden. Het HF-signaal wordt via een lus van de antenne afgekoppeld en zo aan de frequentieteller toegevoerd.

Naast meetapparatuur die alleen het zendvermogen, de frequentie, de staandegolfverhouding enz. meet, bestaat er ook universele meetapparatuur, waarme men meerdere eigenschappen van CB-apparatuur

kan meten, In afbeelding 102 wordt daarvan een voorbeeld gegeven.



Afb. 101: **Principeschema (A, B, C) voor het meten van de zendfrequentie van een CB-zender**

Afb. 104: **Voorbeeld van een universeel meetapparaat voor de CB-amateur, met behulp waarvan zendvermogen, staandegolfverhouding, kristaltoestand (goed/slecht) enz. gemeten kunnen worden**

5.2.4 Het meten van de antenne-aanpassing

Deze belangrijke meting is reeds uitvoerig in hoofdstuk 4 behandeld.

6 Reikwijdte

6.1 Reikwijdte in de vrije ruimte

Een van de belangrijkste vragen die bij de aanschaf van CB-apparatuur naar voren komt is: Wat is zijn reikwijdte? Fabrikanten en verkopers neigen er toe de reikwijdte zo groot mogelijk voor te stellen, opdat de koper maar zal besluiten hun produkt aan te schaffen. Als de koper het zo aangeprezen apparaat later uitprobeert moet hij vaak vaststellen dat de haalbare reikwijdte niet overeenkomt met de reikwijdte die toegezegd was. Met het gevoel bedrogen te zijn beklagen vele kopers zich later bij de fabrikant of de verkoper.

Wie moet men in zo'n situatie nu gelijk geven, de fabrikant resp. de verkoper of de klant?

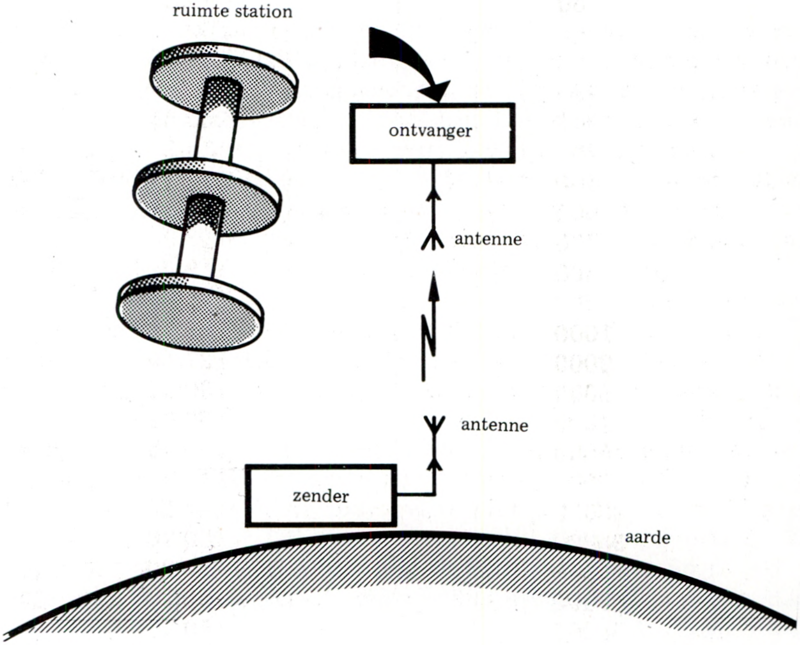
Helaas kan deze vraag niet definitief ten gunste van één van de partijen beantwoord worden. De beslissing hangt ervan af hoe en onder welke omstandigheden het apparaat in de praktijk uitgeprobeerd is.

Fabrikanten gaan bij het opstellen van de specificaties begrijpelijkerwijse uit van optimale omstandigheden. Deze bestaan echter in de praktijk niet. Het kan daarom voorkomen dat in ons geval beide partijen gelijk hebben.

De navolgende hoofdstukken zijn bedoeld om de leek te helpen zich een oordeel over de reikwijdte-problematiek bij CB-apparatuur te vormen.

Elektromagnetische golven planten zich in de vrije ruimte (vrije ruimte is ongeveer gelijk te stellen aan de omstandigheden in het heelal) net zoals licht, rechtlijnig voort. Als men dus vanaf de aarde contact zou maken met iemand die zich in een ruimtestation bevindt dan zouden de elektromagnetische golven zich tussen de aarde en dit ruimtestation voortbewegen (Afb.103). Als we aannemen dat de atmosfeer en de ionosfeer geen invloed op de voortplanting van de 11-m-golven uitoefenen, heersen tussen de aarde en dit ruimteschip dus ideale omstandigheden voor het zich voortplanten van elektromagnetische golven en zou men van de werkelijke vrije ruimte kunnen spreken.

Onder deze omstandigheden ondervindt het zendvermogen P_z, d.w.z. het hoogfrequentvermogen dat de zender door de antenne



Afb. 103: Voortplanting van golven in de vrije ruimte (resp. tussen aarde en een ruimte station)

uitstraalt, een demping (verzwakking), die demping in de vrije ruimte a genoemd wordt.

Deze demping is van twee parameters afhankelijk; de afstand d tussen zender en ontvanger en de golflengte die in ons geval 11-meter bedraagt.

Tabel 11 laat de samenhang tussen de afstand d en de demping a zien.

Tabel 11: Verhouding tussen afstand en demping in de vrije ruimte

afstand d (km)	demping in de vrije ruimte a (dB)
50	95,3
60	97,7
70	98,0
80	99,2
90	100,2
100	101,15
200	107,15
300	110,65
400	113,2
500	115,3
600	116,7
700	118,0
800	119,2
900	120,2
1000	121,15
2000	127,15
3000	130,15
4000	132,65
5000	135,15
10000	141,15
20000	147,15
30000	150,70
40000	153,20
50000	155,15
60000	156,7
70000	158,0
80000	159,2
90000	160,2
100000	161,15

De reikwijdte van een zendverbinding in de vrije ruimte hangt van de volgende parameters af:

— zendvermogen
— ontvangergevoeligheid
— versterking van de zendantenne
— versterking van de ontvangstantenne
— golflengte

Met de golflengte is reeds bij de berekening van de demping in de vrije ruimte (a) in tabel 11 rekening gehouden. De golflengte bedroeg in ons geval dus 11-meter.

De versterking van de zend- en ontvangstantennes is door de voor CB-apparatuur geldende wettelijke beperkingen (11-m-band, geen richtantennes) ongeveer 0 dB, zodat hiermee, bij de berekening van de reikwijdte, geen rekening gehouden hoeft te worden.

Een veel grotere rol speelt dan ook het zendvermogen van het apparaat.

Tabel 12 laat het verband zien tussen vermogen in mW en vermogen in dBm (d.w.z. dB over 1 mW). In de tabel is van het voor CB-apparatuur maximale vermogen van 0,5 W uitgegaan.

Tabel 12: Verhouding tussen vermogen in mW en vermogen in dBm

vermogen in mW	vermogen in dBm
50	17
100	20
200	23
400	26
500	27

Het vermogen P_o (in dBm), dat door een ontvanger op een afstand d ontvangen wordt, is het zendvermogen P_z (in dBm) verminderd met de demping a in de vrije ruimte:

$$P_o = P_z - a$$

Voorbeeld:
Het zendvermogen van een CB-apparaat is 200 mW. Wat is het ontvangstvermogen P_o op een afstand van:

a) d_1 = 1.000 km
b) d_2 = 10.000 km
c) d_3 = 50.000 km

Oplossing:
Met behulp van de genoemde formule en tabel 11 e.12 kunnen we nu uitrekenen:

a) $P_o = P_z - a = 23$ dBm - 121,15 dB = - 98,15 dBm
b) $P_o = P_z - a = 23$ dBm - 141,15 dB = - 118,15 dBm
c) $P_o = P_z - a = 23$ dBm - 155,15 dB = - 132,15 dBm

Dit betekent: Als de ontvanger een gevoeligheid van minstens - 98,15; - 118,15 of - 132,15 dBm heeft, dan kunnen verbindingen tussen deze zender en ontvanger over afstanden van 1.000, 10.000 of resp. 50.000 km tot stand gebracht worden.

De gevoeligheid van CB-apparatuur wordt echter meestal niet in dBm maar in µV aangegeven. Tabel 13 geeft de verhouding tussen deze dBm en µV waarden. Hierbij is aangenomen, dat zoals in de praktijk het geval is, de ingangsweerstand van de ontvanger 50 Ω is.

Tabel 13: Verhouding tussen µV en dBm

ontvangergevoeligheid in dBm	ontvangergevoeligheid in µV
- 143	0,5
- 137	1
- 131	2
- 123	5

Zouden we dus in het voorgaande voorbeeld voor de verbinding van 10.000 km een ontvanger met een gevoeligheid van 5 µV gebruikt hebben, dan zou de verbinding volgens tabel 13 mogelijk geweest zijn. Immers het ontvangstvermogen (- 118,15 dBm) is groter dan de ontvangergevoeligheid (- 123 dBm). Het toepassen van een ontvanger met een gevoeligheid van 1 µV (= - 137 dBm) zou zelfs een verbinding over een afstand van meer dan 50.000 km mogelijk maken.

Nu zal menig lezer zich inmiddels waarschijnlijk afvragen waarom zoveel moeite gedaan wordt de reikwijdte van een CB-installatie onder ideale omstandigheden uit te rekenen, als we als CB-amateur

toch te maken hebben met verbindingen op de aarde waar totaal andere voortplantingsomstandigheden voor elektromagnetische golven zijn.

Deze vraag is zeker gerechtvaardigd. De verbinding onder optimale uitbreidingsomstandigheden is echter de ideale situatie voor alle zendverbindingen, terwijl er buiten de genoemde, geen objectieve methodes zijn om de reikwijdte van zendverbindingen rekenkundig te bepalen. De berekeningen maken duidelijk, dat onder voorwaarde van een ongehinderde voortplanting van de elektromagnetische golven, reeds met zeer kleine zendvermogens grote afstanden overbrugd kunnen worden.

6.2 Reikwijdte in de praktijk

Nadat we de reikwijdte van CB-apparatuur onder de omstandigheden in de vrije ruimte besproken hebben, willen we ons nu wenden tot de omstandigheden die heden in de praktijk van de CB-communicatie op de aarde heersen. Deze beperking — tot het heden — is daarom gemaakt omdat te verwachten is dat in de naaste toekomst misschien al CB-communicatie tussen aarde en ruimtestations, tussen twee ruimtestations of via satelieten mogelijk zal zijn.

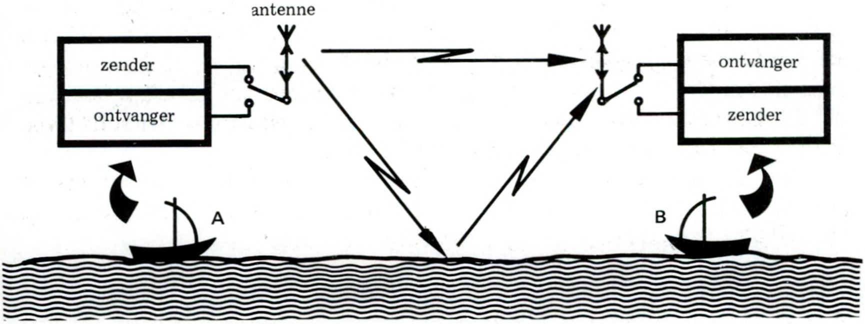
Van de toepassingsmogelijkheden op aarde zullen we de meest voorkomende bespreken: t.w. CB-communicatie op het water, op het vlakke land, in de buitenwijken en in de stad.

6.2.1 CB-communicatie op het water

Bekijken we de verbinding die tussen de beide zeilboten (afb.104) door middel van de ingebouwde CB-apparatuur tot stand gebracht wordt, dan zien we dat in dit voorbeeld boot A een signaal uitzendt. Dit signaal bereikt boot B langs twee wegen, de direkte weg van antenne naar antenne en de door reflektie aan het wateroppervlak ontstane indirekte weg. Dit verschijnsel maakt reeds duidelijk verschil met de hiervoor beschreven verbindingen in de vrije ruimte. Voor de berekening van de reikwijdte van de betreffende apparatuur is de hiervoor beschreven rekenmethode dan ook onvoldoende. Ten eerste wordt een deel van de door de zender afgegeven energie door het wateroppervlak opgenomen (geabsorbeerd), ten tweede ontvangt de ontvanger zowel het direkte als meerdere signalen die niet dezelfde

fase hebben (de indirekte signalen). Dit heeft tot gevolg dat het uit deze verschillende signalen resulterende ontvangstsignaal verzwakt wordt. Bij zulke verbindingen moet men v.w.b. de reikwijdte dan ook rekenen dat hij aanmerkelijk geringer kan zijn.

Een ander probleem onstaat door de kromming van de aarde. Dit wordt duidelijk gemaakt aan de hand van afbeelding 56. De elektromagnetische golven die door de antenne van zender A uitgestraald worden planten zich bijna als een rechte lijn voort en zullen daarom als de afstand tussen A en B een bepaalde waarde overschrijdt de ontvangstpost B niet bereiken. Hoe groot de afstand tussen A en B mag zijn hangt af van de hoogte waarop de antennes in A en B zijn opgesteld. Deze hoogte is gemakkelijk uit de geometrische gegevens van de aarde af te leiden. In tabel 14 zijn voor verschillende afstanden d (in km) de benodigde hoogte h (in m) gegeven.

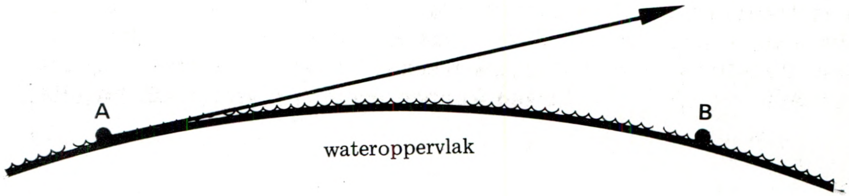


Afb. 104: Zenden/ontvangen op het water

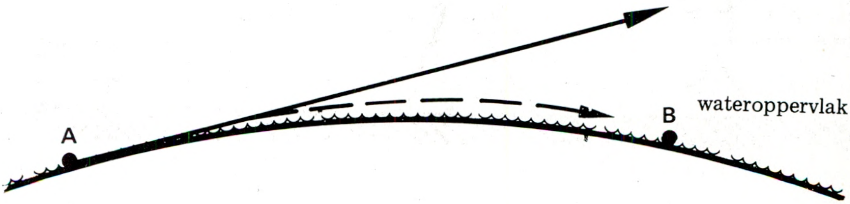
Tabel 14: Verband tussen afstand d en hoogte h voor verbindingen met optisch zicht

afstand d in km	hoogte h in m
25	12
50	49
100	196
200	785
500	4903

De tabel geeft aan dat bij een afstand van 25 km tussen zender en ontvanger reeds een antennehoogte van 12 meter en bij een afstand van 50 km een antennehoogte van 49 meter nodig is. Als de elektromagnetische golven in de 11-m-band zich dan ook precies rechtlijnig zouden voortplanten zou een verbinding op grond van de kromming van de aarde reeds na enkele kilometers niet meer mogelijk zijn. In de praktijk is dit echter niet het geval aangezien de elektromagnetische golven door de aardatmosfeer een bepaalde buiging ondergaan waardoor de te overbruggen afstand tussen zender en ontvanger groter wordt. Hierbij is uiteraard aangenomen dat het bij de ontvanger aankomende signaal sterk genoeg is. Dit hangt aan de ene kant van het vermogen van de zender en aan de andere kant van de gevoeligheid van de ontvanger af.



Afb. 105: Voortplanting van el. magn. golven en kromming van de aarde



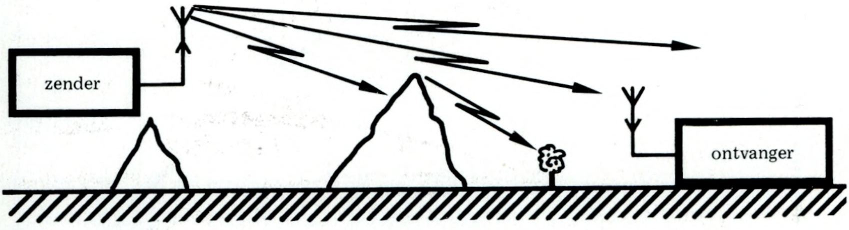
Afb. 106: Verhogen van de reikwijdte op grond van de buiging van elektromagnetische golven in de aardatmosfeer

6.2.2 CB-communicatie op het vlakke land

De omstandigheden op het vlakke land zijn duidelijk ongunstiger. Bodemabsorptie, reflekties en andere hindernissen beperken de reikwijdte van onze CB-apparatuur nog verder, zodat de hiervoor aangegeven reikwijdtes niet haalbaar zijn. Men moet hier rekenen met maximale reikwijdtes van ca. 30 km.

6.2.3 CB-communicatie in de buitenwijken

In heuvelachtige gebieden en aan de rand van de stad wordt de reikwijdte van CB-apparatuur nog kleiner aangezien zich hier in de zendweg tussen zender en ontvanger nog meer obstakels bevinden dan op het vlakke land (zie Afb.107). Vaak zijn deze obstakels zo hoog dat geen direkte zichtverbinding tussen zender en ontvanger meer mogelijk is. Ondanks deze beperkingen kunnen echter op grond van buiging,

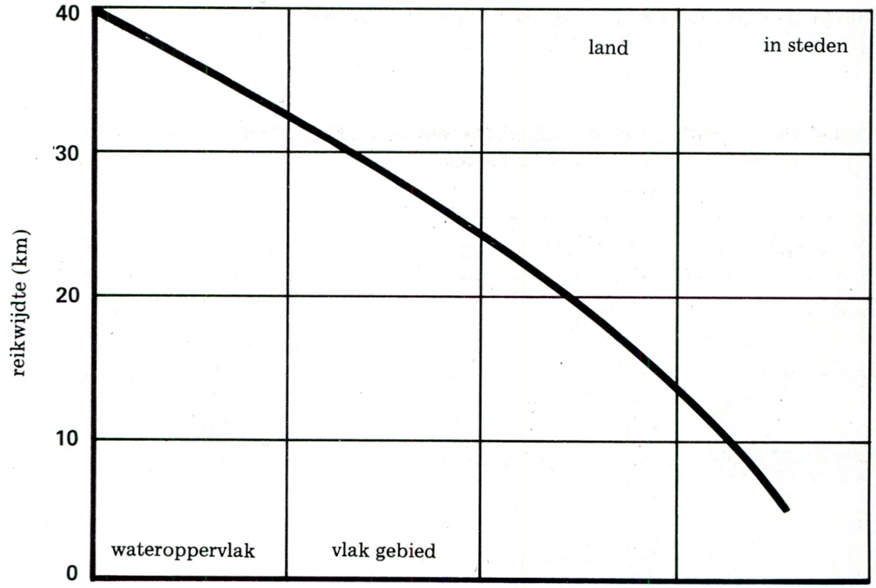


Afb. 107: Verbinding in heuvelachtig gebied

reflektie en niet in het minst door de z.g. grondgolven verbindingen over korte afstanden tot stand gebracht worden. In heuvelachtige gebieden zijn echter maximaal reikwijdtes van ca. 25 km haalbaar.

6.2.4 CB-communicatie in de stad

De ongunstigste omstandigheden voor de voortplanting van elektromagnetische golven bestaan echter in de steden. Door de het zendverkeer hinderende grote gebouwen en de verschillende elektrische storingen die in de steden heersen, zijn hier slechts kleine reikwijdtes mogelijk. In de stad kan men niet langer van direkte of indirekte golven resp. bodemgolven spreken maar van een heterogeen mengsel van signalen. De maximale reikwijdte van een maximaal vermogen leverende CB-zender zal ca. 15 km bedragen. In afbeelding 108 wordt de reikwijdte, die afhankelijk van de verschillende gebieden, ongeveer mogelijk is, aangegeven. Hierbij is er van uitgegaan dat de betreffende CB-apparatuur op het water een reikwijdte heeft van ca. 40 km.



Afb. 108: De afhankelijkheid van de reikwijdte van een CB-apparaat van de omgeving

6.3 Zendvermogen en reikwijdte

Vaak wordt de vraag gesteld, hoe de reikwijdte van een apparaat beinvloed wordt, als het zendvermogen verhoogd of gereduceerd wordt. Vol overtuiging vertelde een CB-amateur mij laatst het volgende: „Ik heb het zendvermogen van mijn apparaat gemeten, het was 0,35 W. Op een eenvoudige manier heb ik dit kunnen verhogen tot 0,45 W. Daarna is de reikwijdte van mijn apparatuur bijna twee keer zo groot“.

Een ieder weet, dat dit verhaal zonder meer niet kan kloppen, aangezien de reikwijdte van een CB-apparaat met een faktor die evenredig is aan de wortel van het zendvermogen toeneemt. Als het zendvermogen bijvoorbeeld met een faktor twee toeneemt, dan zal de reikwijdte slechts met een faktor $\sqrt{2} = 1,41$ toenemen. Een voorwaarde hierbij is dan ook nog, dat sprake is van de ideale voortplantingscondities, zoals die in de vrije ruimte heersen, zodat geen storende invloeden aanwezig zijn.

Tabel 15 geeft de verhouding tussen een verhoging van het zendvermogen en de vergroting van de reikwijdte weer.

Tabel 15: Vergroting van de reikwijdte van een CB-apparaat, afhankelijk van de verhoging van het zendvermogen

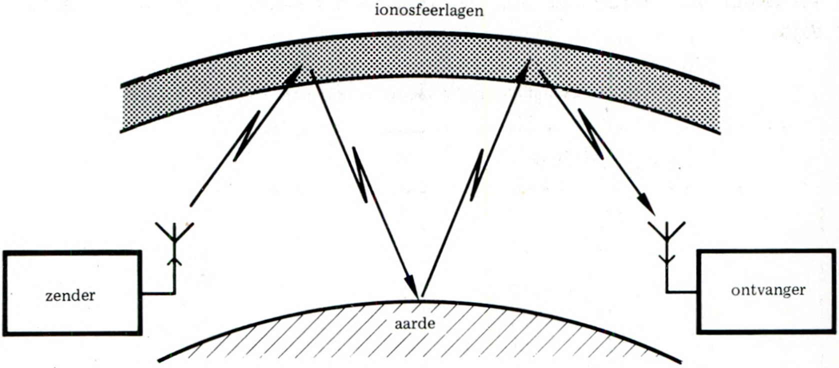
verhoging van het zendvermogen	vergroting van de reikwijdte
1,1	1,048
1,2	1,095
1,3	1,140
1,4	1,183
1,5	1,224
1,6	1,264
1,7	1,303
1,8	1,341
1,9	1,378
2,0	1,414
4,0	2,000
6,0	2,449
8,0	2,828
10,0	3,162

Een vergroting van het zendvermogen van 0,35 naar 0,45 W betekende dus een verhoging met een faktor 1, 285.

Dit komt dus overeen met een vergroting van de reikwijdte met een faktor 1,285 = 1,133 of wel 13,3%. Onze CB-vriend kon dus om theoretische redenen de reikwijdte nooit met 100% vergroten, maar met maximaal 13,3%.

6.4 Ionosfeer en DX-verbindingen

In het voorgaande hebben wij ons kort bezig gehouden met het probleem, reikwijdte van CB-apparatuur en de voortplanting van elektromagnetische golven in de vrije ruimte, als ook in de omgeving van het aardoppervlak. Hierbij hebben wij gezien, dat in de buurt van het aardoppervlak de reikwijdte van CB-apparatuur aanmerkelijk beperkt wordt door de kromming van de aarde en door de demping van bodemgolven.



Afb. 109: Verbinding door reflektie van elektromagnetische golven aan lagen in de ionosfeer

Op de genoemde gronden zijn heden ten dage intercontinentale verbindingen en hieronder vallen ook de omroep-uitzendingen, alleen door

de reflektie van de elektromagnetische golven in de ionosfeer mogelijk. Hierbij kunnen tussen het aardoppervlak en de ionosfeer meerdere sprongen gemaakt worden (hops). In afbeelding 109 wordt e.e.a. in beeld gebracht.

De ionosfeer bestaat uit verschillende ionenlagen. Ionen zijn elektrisch positief of negatief geladen atomen of moleculen. De ionosfeer bevindt zich tussen 70 km en 250 km boven het aardoppervlak (Afb. 110), en is zoals ieder geleidend oppervlak in staat elektromagnetische golven te reflekteren. De mate van reflektie van de ionosfeer bepaalt de z.g. grensfrequentie, die bij loodrecht aankomen in de ionosfeerlagen nog net gereflekteerd wordt. Hogere frequenties dan de grensfrequentie gaan door de ionosfeerlagen heen en komen in het heelal terecht. Een verbinding kan in dit laatste geval nooit tot stand gebracht worden.

Hoe hoog de frequentie, van het nog te reflekteren signaal, mag zijn, hangt af van de invalshoek van de elektromagnetische golven en de ionendichtheid van de lagen in de ionosfeer. Deze ionendichtheid verschilt van laag tot laag en ondergaat periodieke wijzigingen, die samenhangen met de zonne-aktiviteit. Hoe kleiner de invalshoek van de elektromagnetische golven, des te hoger de ionendichtheid en des te hoger de frequentie van het nog te reflekteren signaal zal kunnen zijn.

Tabel 16: Samenhang tussen invalshoek Ø en faktor K

invalshoek Ø	faktor K
10°	5,75
15°	3,86
20°	2,90
40°	1,55
60°	1,15
90°	1,00

Tabel 16 laat de verhouding zien tussen de invalshoek en de faktor K waarmee men de kritische frequentie f_k moet vermenigvuldigen om de werkelijke kritische frequentie f'_k, te verkrijgen.

Voorbeeld:
De kritische frequentie op een bepaalde dag van een bepaald jaar is

8,75 MHz. Hoe hoog is de werkelijke kritische frequentie f'_k, bij een invalshoek van $\emptyset = 20^o$?

Oplossing:
Met gebruik van tabel 16 vinden we:

$$f'_k = 2{,}90 \times f_k = 2{,}90 \times 8{,}75 = 25{,}375 \text{ MHz}$$

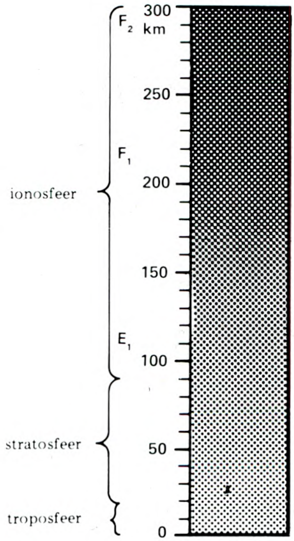
De werkelijke kritische frequentie f'_k is dus 25,375 MHz en ligt derhalve onder de CB-band. Indien de invalshoek daarentegen 15° geweest zou zijn, dan was de werkelijke kritische frequentie geweest $f'_k = 3{,}86 \times 8{,}75 = 33{,}775$ MHz. Deze frequentie ligt boven de CB-band en er zou in dat geval in principe een DX-verbinding mogelijk geweest zijn.

Als men in de CB-band echter intercontinentale verbindingen wil opbouwen, dan moet men met twee beslissende hindernissen rekenen.

Ten eerste ligt de gebruikte 27 MHz-band, afhankelijk van zonneaktiviteit en invalshoek, vaak boven de zogenaamde grens- of kritische frequentie, zodat de door de zender uitgestraalde elektromagnetische golven door de lagen in de ionosfeer heendringen en er derhalve geen verbindingen gemaakt kunnen worden. Deze, bepalende, faktoren zijn echter veranderlijk.

Dit is dan ook de reden, waarom van tijd tot tijd intercontinentale CB-verbindingen gemeldt worden. Met een regelmatige en betrouwbare verbinding in het intercontinentale verkeer, kan bij gebruik van de toegelaten CB-apparatuur, echter niet worden gerekend.

Ten tweede beschikken CB-zenders, zoals bekend is, slechts over een zeer klein zendvermogen van maximaal 0,5 Watt en over een antenne zonder richtingseffekt. Zelfs bij een zeer gunstige invalshoek kan derhalve slechts



Afb. 110: Lagen in de atmosfeer en ionosfeer

een zeer klein gedeelte van het beschikbare zendervermogen de ionsfeerlagen bereiken, waardoor de kansen op een intercontinentale verbinding dan ook sterk verminderd worden.

Theoretisch zijn intercontinentale verbindingen in de CB-band dan ook uiterst onwaarschijnlijk. De praktijk ziet er echter veel beter uit. Het komt steeds weer voor, dat de verschillende parameters, waarvan zo'n verbinding afhangt, gunstig uitvallen en er ongeloofwaardig grote reikwijdten gehaald worden. Zendverbindingen over grote afstanden worden ook gunstig beinvloed door de periodiek wisselende positieve invloeden van de zonne-aktiviteit (11-jaar-cyclus). Ook de algemene periodieke invloed van de zonnestraling op de lagen van de ionosfeer (jaar- en dag/nacht-cyclus) speelt voor dit soort verbindingen een belangrijke rol.

Vanuit de 11-jaar-cyclus gezien, beloven de komende jaren goede kansen op intercontinentale verbindingen. Hoe belangrijk de jaar- en dag/nacht-cyclus zijn blijkt uit het feit, dat in de wintermaanden (januari tot maart) van 1976 talrijke verbindingen met landen rondom de Middelandse Zee gemeld werden. In het bijzonder 's middags kon men b.v. vanuit Duitsland zeer goed verstaanbare contacten leggen met stations in Frankrijk, Spanje, Israel, Marocco, Griekenland, Turkije, enz. Ook werdt een groot aantal transatlantische verbindingen in de CB-band gemeld.

7 Waarop moet men bij de aanschaf van CB-apparatuur letten

7.1 Algemene adviezen

Haastige en slecht geïnformeerde kopers komen meestal van een koude kermis thuis. Dit gezegde is ook van toepassing bij de aanschaffing van CB-apparatuur. Bedachtzaamheid en uitvoerig informatiemateriaal is noodzakelijk.

Informatie kan tot een bepaalde hoogte bij kennissen verkregen worden die reeds een CB-apparaat hebben. Dit soort informaties zijn echter in het algemeen zelden voldoende.

Hetzelfde geldt voor de informatie van lieden waarvan men meent dat ze specialist zijn op dit gebied. De vriend of buurman die b.v. ingenieur is, kan op zijn gebied een topfiguur zijn, bij uitzondering zal hij echter over voldoende vaktechnische kennis uit de communicatietechniek beschikken.

Ook lectuur met inleidingen in de CB-techniek zoals b.v. het voor u liggende boek, is alleen een hulpmiddel voor een eerste oriëntatie en is als enige informatiebron onvoldoende. Immers als een leek voor de eerste keer een dergelijk boek ter hand neemt, zullen beslist niet alle vragen die bij hem op komen beantwoord worden.

Het is daarom aan te raden, na het bestuderen van een dergelijk boek met alle concrete vragen naar een vakman te gaan. Dit kan iemand uit de eigen kennissenkring zijn of een ter zake kundige verkoper van een betrouwbare firma. Vooral die laatste zal zich de moeite geven, een technisch goed geïnformeerde klant ter zake kundig en gedetailleerd van dienst te zijn.

7.2. Op het P.T.T.-keuringsmerk letten

Het eerste waar bij de aanschaffing van een CB-apparaat op gelet moet worden is het keuringsmerk van de P.T.T. Wij hebben er reeds op gewezen, dat net als in andere landen, alleen goedgekeurde en door de

P.T.T. toegelaten apparatuur gebruikt mag worden. Deze apparatuur is van een kenmerk voorzien.

Het is niet aan te raden, niet goedgekeurde apparaten aan te schaffen, aangezien deze in het algemeen niet aan de MARC-eisen zoals, modulatie, uitgangsvermogen enz., zullen voldoen.

7.3 Service

Een ander belangrijk punt waar men bij de aanschaffing van CB-apparatuur op moet letten is de service die de firma waar men denkt te gaan kopen kan bieden.

CB-apparaten, zijn zoals we gezien hebben onderworpen aan strenge PTT-eisen. Als de apparatuur niet aan deze eisen voldoet mag ze niet gebruikt worden. De belangrijkste voorschriften betreffen bedrijfsfrequentie, het zendvermogen, onderdrukking van harmonischen en andere ongewenste stralingen.

Als de bedrijfsfrequentie van een CB-apparaat niet meer met de voor dat kanaal voorgeschreven waarde overeenkomt, bestaat de mogelijkheid, dat door de PTT voor andere toepassingen vrijgegeven frequenties gestoord worden. Als men daarom de techniek van de CB-apparatuur niet of onvoldoende beheerst en niet over de voor controle of reparaties benodigde meetapparatuur beschikt, mag men niets aan de apparatuur veranderen waardoor o.a. de bedrijfsfrequentie zou kunnen wijzigen.

Ook moet men de instelling van zich in de apparatuur bevindende filters niet wijzigen omdat daardoor de demping van harmonischen negatief beinvloed kan worden.

Goed bekend staande firma's die CB-apparatuur verkopen beschikken in de regel over servicewerkplaatsen waar geschoold personeel reparaties kan uit voeren en waar nodig kan helpen bij het in gebruik nemen van CB-apparatuur. Het is daarom aan te raden aangeboden hulp uit de kennissenkring af te slaan. Wie het welliswaar goed met u voor heeft, maar noch over de noodzakelijke vakkennis, noch over de benodigde meetapparatuur beschikt, kan er zonder dat hij het wil voor zorgen dat de PTT-voorschriften overtreden worden.

7.4 Apparatuur-eigenschappen

Wie een kwalitatief hoogwaardig apparaat wil aanschaffen, doet er goed aan alvorens een beslissing te nemen, in alle rust, de gespecificeerde eigenschappen van de in een eerste doorgang geselecteerd aantal CB-apparaten goed te bestuderen en naast elkaar te leggen. Zendvermogen, ontvangergevoeligheid, reikwijdte, opgenomen stroom, selektiviteit, gewicht, afmetingen en toebehoren zijn de belangrijkste kenmerken waarop men bij de aanschaffing van een CB-apparaat moet letten.

7.4.1 Zendvermogen

In hoofdstuk 5 hebben we gezien, dat de reikwijdte van een zender van zijn zendvermogen afhangt: hoe groter het zendvermogen des te groter de reikwijdte. Bij de koop van CB-apparatuur moet men daarom goed op het aangegeven zendvermogen letten.

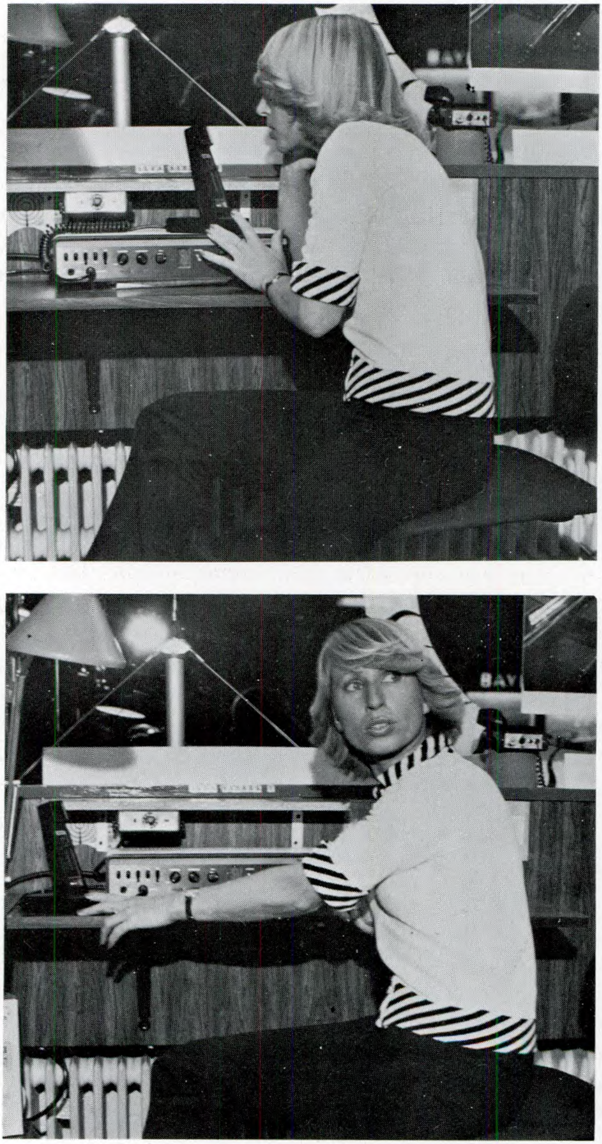
Het zendvermogen is bij de toegelaten apparatuur weliswaar tot maximaal 0,5 Watt beperkt, maar vaak wordt in plaats van dit zendvermogen het opgenommen vermogen (b.v. 2 W) van het apparaat aangegeven. Deze waarde is echter alleen van belang voor de hoeveelheid stroom die het apparaat verbruiken zal. In dit geval wordt helemaal niets gezegd over welke hoeveelheid HF-vermogen uiteindelijk de antenne bereikt. Men dient daarom voor de aanschaffing van het apparaat duidelijkheid te weten hoeveel vermogen het CB-apparaat afgeeft.

7.4.2 Ontvangergevoeligheid

Naast het zendvermogen wordt de reikwijdte ook bepaald door de ontvangergevoeligheid.

Zoals reeds verklaard werd, wordt de gevoeligheid van de ontvanger in microvolt aangegeven. Met het alleen specificeren van de ontvangergevoeligheid is men er echter nog niet. Om de kwaliteit van een CB-apparaat juist te kunnen beoordelen is het bovendien noorzakelijk de signal/ruisverhouding aan de LF-uitgang (S/N) van de ontvanger te kennen. Specificaties als 0,1 of 1 μV zijn onvolledig en wekken verdenkingen op, onvolkomenheden aan de apparatuur te verbergen. Korrekt zijn specificaties zoals b.v. 0,5 μV (S/N = 10 dB) of 1,0 μV (S/N = 20 dB).

Van de twee CB-apparaten met een even grote gevoeligheid van b.v. 1,0 μV, waarbij echter de signaal/ruisverhouding aan de uitgang van de ontvanger verschillend is (b.v. S/N_1 = 10 dB, S/N_2 = 20 dB) is de



Afb. 111: **CB-apparatuur demonstratie. De klant probeert een apparaat uit en stelt de verkopen zijn vragen**

laatste van een betere kwaliteit, aangezien deze ontvanger bij een evengroot signaal aan de ingang van de ontvanger aan de uitgang een 10 dB beter signaal levert.

7.3.3 Reikwijdte

Dat men bij de aanschaffing van een CB-apparaat op de aangegeven reikwijdte van het apparaat moet letten spreekt voor zich. Wie hoofdstuk 5 aandachtig gelezen heeft, is over de verschillende gezichtspunten voldoende geïnformeerd om de verkoper om verdere informatie te kunnen vragen.

7.4.4 Opgenomen vermogen

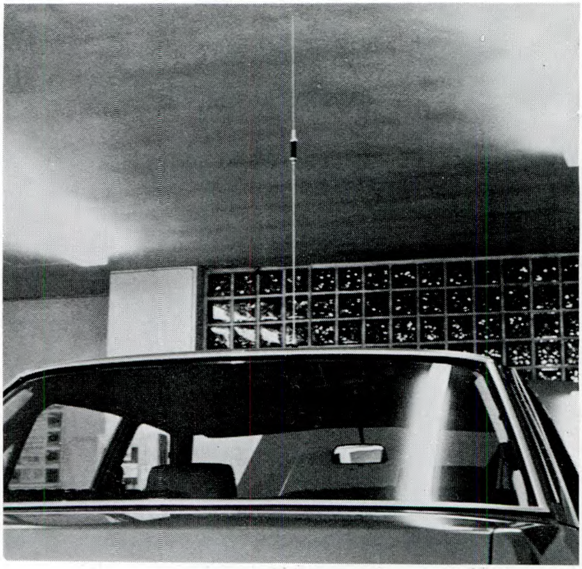
Tot een van de belangrijkste gegevens behoort ook het opgenomen vermogen omdat daarvan de bedrijfstijd van de batterijen afhangt.

De verhouding tussen het zendvermogen en het opgenomen vermogen noemt men het rendement van de zender. Hier wordt wel het opgenomen vermogen van alleen de zender en niet het totale opgenomen vermogen van de zender en de ontvanger samen bedoeld. Afgezien van de bedrijfstijd van de batterijen is aan de hand van het rendement ook een kwaliteitsvergelijk tussen CB-apparatuur te maken. Als b.v. twee CB-apparaten met hetzelfde zendvermogen (van ongeveer 0,5 W) een verschillend opgenomen vermogen van b.v. 2 resp. 1,8 W hebben, is blijkbaar het rendement van het laatst genoemde apparaat het beste, zodat in overeenstemming met de overige specificaties en de prijs, aan dit apparaat de voorkeur is te geven.

7.4.5 Selektiviteit

Het begrip selektiviteit is in Hoofdstuk 3 behandeld. Daar hebben we gezien, dat de ontvanger de gewenste zender beter van de ongewenste zender scheidt, als de selektiviteit groter is.

CB-communicatiesignalen hebben zoals bekend een kanaalafstand van 10 kHz. Dat wil zeggen, er kan iedere 10 kHz naast de gewenste zender een andere (ongewenste) zender aanwezig zijn. Het is daarom belangrijk te weten welke selektiviteit een CB-ontvanger bij deze kanaalafstand heeft. Specificaties als „selektiviteit : 50 dB op 20 kHz afstand“, zijn derhalve maar beperkt bruikbaar, aangezien de specificatie niets zegt over de selektiviteit op 10 kHz afstand.



Afb. 112: **Het CB-apparaat en de antenne zijn geïnstalleerd en afgeregeld. Nu kan er gezonden worden**

7.4.6 Frequentie

Bij de frequentie wordt in CB-apparatuur-brochures vaak het aantal beschikbare kanalen aangegeven en niet de kanalen die werkelijk van een kristal zijn voorzien.

Duidelijke informatie biedt dan ook alleen maar een specificatie zoals: „22 kanalen waarvan 1 kanaal met kristal. D.w.z. van de maximaal mogelijke kanalen is slechts 1 kanaal van een kristal voorzien, de overige kristallen dienen extra aangeschaft te worden."

7.4.7 Antenne

Antennes zijn afgezien van de draagbare apparatuur niet in de prijs van het CB-apparaat inbegrepen en moeten daarom apart gekocht worden. De keuze van de in aanmerking komende antennes is beperkt aangezien de PTT in de M A R C (Machtiging Algemene Radio Communicatie) alleen staafantennes toelaat. De ingangsweerstand van deze antennes is altijd 50 Ω en komt overeen met de in-/uitgangsweerstand van de CB-apparatuur. De keuze van de antenne wordt hoofdzakelijk bepaald door de mechanische constructie en de prijs.

7.4.8 Bedrijfsspanning/energiebron

Bij de aanschaf van een CB-apparaat moet men letten op de bedrijfsspanning en op de nodige energiebron (net- of batterijvoeding).

Vaste posten zijn in het algemeen op het lichtnet aangesloten. Hierbij dient men goed te controleren of de voor het apparaat benodigde spanning overeenkomt met de spanning van het lichtnet (220 V).

Mobiele stations worden meestal in auto's of boten geïnstalleerd zodat de voeding over het algemeen d.m.v. een accu plaats zal vinden. Ook hier is het belangrijk of de spanning van de accu en het apparaat met elkaar overeenkomen.

Draagbare apparatuur wordt alleen met ingebouwde batterijen gevoed. Hierbij kan de keuze gemaakt worden uit normale batterijen of oplaadbare.

7.4.9 Luidsprekeruitgang

De geluidsuitgang is de uitgang waar het laagfrequentvermogen, in ons geval dus spraak, geleverd wordt.

Afb. 113: CB-service. Vaktechnisch opgeleid personeel is daarvoor de belangrijkste voorwaarde

Hier wordt verschil gemaakt tussen uitgangen voor hoofdtelefoons (laagvermogen, hoge weerstand) en luidsprekers (hoger vermogen, lage weerstand).

Hoe groter het vermogen, des te beter het betreffende CB-apparaat geschikt is om in een lawaaierige omgeving, b.v. in de bouw, fabriekshallen, enz. toegepast te worden.

8 Het werken met CB-apparatuur

8.1 Algemeen

Het zenden met CB-apparatuur is naar verhouding eenvoudig en men heeft er geen bepaalde kennis voor nodig. Desondanks zal de nieuweling verrast zijn als hij zonder de bedieningsvoorschriften gelezen te hebben voor de eerste keer achter een CB-apparaat zit om te gaan zenden. Zijn verwarring zal nog toenemen als hij zijn apparaat op ontvangen geschakeld heeft. Hij zal op verschillende kanalen de meest onbegrijpelijke afkortingen (CQ, QSL, QRT, QRZ enz.) horen, als ook getallen of woorden zoals: 10-50, Roger, Harmonische, Radio, Break enz.

Het hierna volgende hoofdstuk heeft als doel de nieuwkomer het binnengaan in CB-kringen, binnen het raam der mogelijkheden, zo gemakkelijk mogelijk te maken.

8.2 Inbedrijf stellen van CB-apparatuur

Voordat men de apparatuur inschakelt moet men er op letten dat de antenne aangesloten is en dat telescoopantennes uitgetrokken zijn. Al is n.l. het uitgangsvermogen van CB-apparatuur relatief klein, de eindtrap van de zender zal zeker beschadigd worden als gezonden wordt met een open uitgang of een slecht aangepaste antenne.

CB-zenders zijn zonder uitzondering volledig getransistoriseerd zodat ze na inschakelen direkt kunnen zenden cq. ontvangen.

Als het apparaat oven een S-meter beschikt kan gelijktijdig de z.g. S-waarde (zie paragraaf 8.5.) van het ontvangstsignaal afgelezen worden.

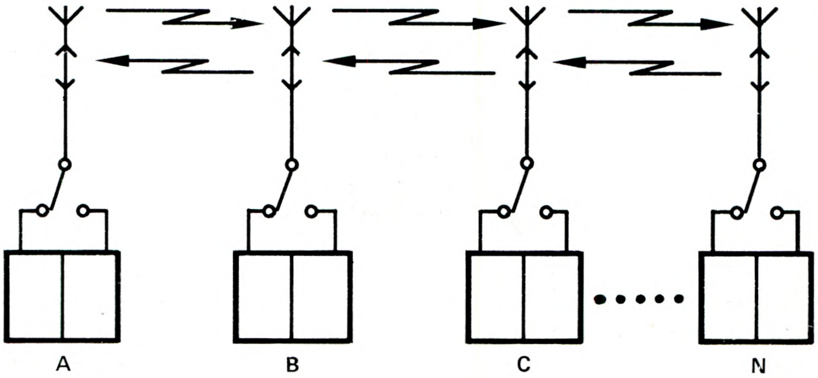
Met behulp van de volumeregelaar kan nu de gewenste geluidssterkte ingesteld worden. Net als bij de meeste radio's is de volumeregelaar meestal gecombineerd met de aan/uit schakelaar zodat beide functies met één knop bediend kunnen worden.

De bediening van CB-apparatuur wordt trouwens ook beschreven in de meegeleverde bedieningsvoorschriften, die men, voor het apparaat ingeschakeld wordt, aandachtig door moet lezen.

8.3 Opzetten van communicatienetten

De meest eenvoudige verbinding die men met CB-apparatuur kan opzetten is de punt naar punt verbinding tussen twee apparaten. Bij een dergelijke verbinding zendt het ene station op een bepaald kanaal, terwijl het andere op hetzelfde kanaal ontvangt. Aansluitend vindt het contact in de andere richtig plaats enz.

CB-amateurs zijn er echter vaak in geïnteresseerd, afstanden te overbruggen welke de reikwijdte van hun apparatuur te boven gaan. Dit kan alleen met behulp van gecompliceerde netten bereikt worden die uit meer dan twee zend/ontvangststations bestaan.



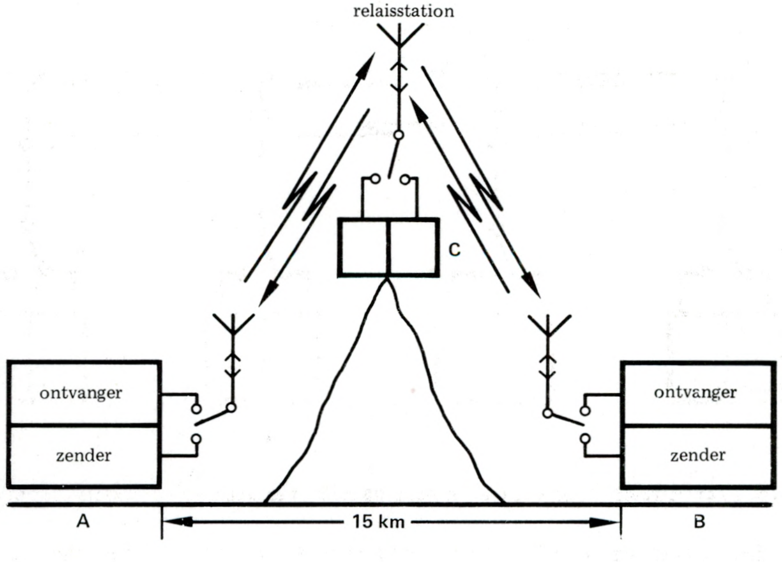
Afb. 114: Serieel opgebouwd verbindingsnet, bestaande uit meerdere stations

De meest eenvoudige vorm van een echt communicatienet is het z.g. serie-net, dat uit op elkaar volgende zend/ontvangst posten A, B, C . . . N bestaat (zie Afb. 114). Hierbij mag natuurlijk de afstand tussen twee posten de met de apparatuur haalbare reikwijdte niet overschrijden. Als men b.v. een verbinding tussen München en Salzburg op wil bouwen moet men tussen de beide steden kunnen beschikken over zes zend/ontvangstposten. Aangenomen tenminste dat de reikwijdte van de gebruikte apparatuur minstens 25 km bedraagt.

Bij een serie-net is het niet absoluut noodzakelijk dat de af te leggen weg zuiver recht is. De terreinomstandigheden maken het vaak noodzakelijk de posten kris-kras op te stellen. Hierbij denken we aan

die situaties waar men door het kiezen van een kris-kras verbindingspatroon vaak van heuvels, bergen en gebouwen gebruik kan maken, om, op grond van een beter direkt-zicht door de hogere opstellingsplaats, de reikwijdte aanmerkelijk te vergroten.

Serie-netten met meer dan twee posten worden ook gebruikt als de terreinomstandigheden geen direkt zendcontact mogelijk maken. Een dergelijke situatie is weergegeven in afbeelding 115. Hier bedraagt



Afb. 115: Net met door de omgeving noodzakelijk gemaakt relaisstation

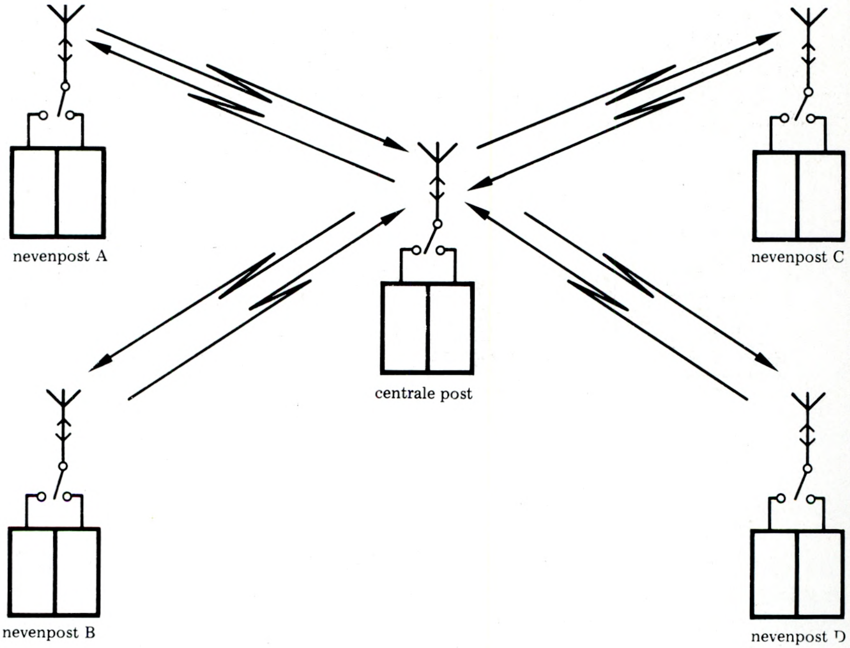
de reikwijdte van de gebruikte apparatuur 20 km en is de afstand tussen de twee stations 15 km. De verbinding tussen de beide stations wordt echter door de daartussen liggende berg volledig uitgesloten, zodat de hulp van een z.g. relaisstation noodzakelijk is.

Het overbrengen van een bericht met behulp van meerdere zend/ontvangststations gebeurt stapsgewijs van station tot station. Zo moet

dus in het geval van de verbinding tussen München en Salzburg gebruik gemaakt worden van zes tussenliggende stations, zodat het bericht achter elkaar zes stations passeren moet om deze afstand te overbruggen. Dergelijke verbindingen vergen daarom een zeer strenge discipline onder de CB-amateurs die hieraan deelnemen.

8.4 Communicatienetten met een centrale post

Naaste serie-netten bestaan er ook nog andere vormen van communicatie-netten, waarbij het net met een centrale post een bijzondere plaats inneemt. Dergelijke netten, waarvan het principe in afbeelding 116 is weergegeven zijn zinvol en nuttig als het belangrijk is de gevoerde gesprekken, in verband met de onderlinge coördinatie, vanuit een controlepost te sturen en te begeleiden.



Afb. 116: Voorbeeld van een communicatienet met één hoofdpost (centrale) en vier nevenposten

Dat ook hier een grote mate van discipline bij de deelnemers noodzakelijk is zal zonder meer duidelijk zijn. Vaak zal de afstand tussen de deelnemende nevenposten kleiner worden dan de reikwijdte van de gebruikte apparatuur, zodat niet alleen verbindingen tussen centrale en nevenpost mogelijk zijn, maar ook direkt tussen de nevenposten onderling. In het belang van een gereglementeerd verkeer is het daarom belangrijk communicatie met een andere nevenpost toch alleen via de centrale te voeren.

De genoemde types netten, het serie-net en het net met de centrale post komen dikwijls voor, maar zijn zeker niet de enigsten, die mit meer dan twee zend/ontvangststations bestaan. Naast deze twee types bestaan nog verschillende variaties en combinaties die al naar gelang de omstandigheden van b.v. het te overbruggen terrein samengesteld worden.

8.5 Ontvangstkwaliteit

CB-amateurs gebruiken voor de beoordeling van de ontvangstkwaliteit het van de zendamateurs overgenomen RST-systeem.

Hierin betekent de R (Readability) de verstaanbaarheid van het ontvangstsignaal, S (Signal Strength) de signaalsterkte, T (Tone) de klank van het geluid.

Enkele CB-apparaten hebben zelfs een eigen ingebouwde meter waarop men de S-waarde (Santiago-waarden) direkt kan aflezen.

S- en R-waarden worden als volgt ingedeeld:

S-waarden

S-1	=	nauwelijks hoorbaar
S-2	=	zwak hoorbaar
S-3	=	slecht hoorbaar
S-4	=	voldoende hoorbaar
S-5	=	redelijk goed hoorbaar
S-6	=	goed hoorbaar
S-7	=	middel-sterk hoorbaar
S-8	=	goede geluidssterkte
S-9	=	zeer goede geluidssterkte

R-1	=	niet te verstaan
R-2	=	gedeeltelijk (af en toe) te verstaan
R-3	=	moeilijk te verstaan
R-4	=	te verstaan
R-5	=	zeer goed te verstaan

8.6 Afkortingen

CB-amateurs gebruiken, om het gebruik van hun apparatuur te vergemakkelijken, verschillende afkortingen. Hierbij worden deels lettersymbolen (Q-code), deels getallensymbolen gebruikt (getallen-code).

8.6.1 Q-code

CQ	=	algemene oproep
QRA	=	hoe is uw roepnaam
QRG	=	frequentie
QRL	=	waarvandaan wordt gezonden
QRK	=	verstaanbaarheid, R-waarde
QRM	=	storingen
QRN	=	atmosferische storingen
QRT	=	stoppen met zenden
QRU	=	er is verder niets meer
QRV	=	klaar om te zenden en te ontvangen
QRX	=	s.v.p. wachten
QSB	=	ontvangstvariaties (fading)
QSO	=	gesprek met . . .
QSP	=	verbinding via relaisstation
QST	=	bericht aan iedereen
QSY	=	s.v.p. kanaal wisselen naar K . . .
QTS	=	mijnsnelheid is
QTR	=	tijd
QTU	=	mijn station is van . . . tot . . . GMT bezet

8.6.2 Getallen-code

55	=	veel succes
73	=	hartelijke groeten
128	=	55 + 73
64±9	=	55 en 73
88	=	veel kussen en liefde
51	=	laat je niet snappen
99	=	hou op, ga toch weg

8.6.3 10-code

De 10-code uit de spraak van de zendamateurs wordt ook steeds meer bij de CB-amateurs toegepast, aangezien de gesprekken daardoor korter worden.

10-0	=	let op
10-1	=	zwak signaal
10-2	=	goed signaal
10-3	=	stoppen met uitzenden
10-4	=	bevestiging/juist
10-5	=	doorgeven s.v.p.
10-6	=	ik ben bezig; stand-by, als jij geen haast hebt
10-7	=	niet in gebruik
10-8	=	in gebruik
10-9	=	herhalen s.v.p.
10-10	=	nee (klopt niet)
10-11	=	. . . . . in gebruik
10-12	=	stand-by (wachten s.v.p.)
10-13	=	tegengestelde positie
10-14	=	mededeling/informatie
10-15	=	informatie doorgegeven
10-16	=	antwoord op mededeling
10-17	=	onderweg
10-18	=	zeer belangrijke mededeling
10-19	=	verbinding met
10-20	=	plaats van waaruit gezonden wordt
10-21	=	bel me per telefoon
10-22	=	annuleren
10-23	=	Ik ben (op een bepaalde plaats) aangekomen
10-24	=	opdracht voltooid
10-25	=	meldt mij bij . . .
10-26	=	geschatte tijd van aankomst
10-27	=	toelatingskenmerk
10-28	=	bezitter van het voertuig (informatie)
10-29	=	controle
10-30	=	illegaal gebruik van zendapparatuur/gevaar/voorzichtig
10-31	=	opnemen s.v.p.
10-32	=	gewapend
10-33	=	noodoproep

10-34	=	de tijd
10-35	=	vertrouwelijke informatie
10-36	=	juiste tijd
10-37	=	takelwagen bij . . . nodig
10-38	=	ambulance bij . . . nodig
10-41	=	naar kanaal . . . gaan
10-42	=	verkeersongeval bij . . .
10-43	=	heb een medeling voor . . .
10-45	=	alle stations melden
10-47	=	straat dient nodig gerepareerd te worden
10-50	=	verlaat het kanaal
10-51	=	takelwagen nodig
10-52	=	ambulance nodig
10-53	=	straat geblokkeerd
10-60	=	snelheidscontrole in zicht
10-70	=	brandalarm
10-78	=	heb hulp nodig
10-82	=	kamer reserveren voor . . .
10-100	=	wachten s.v.p.
10-200	=	men heeft bij . . . politie nodig

8.6.4 Algemene afkortingen

AM	=	amplitudemodulatie
CQ	=	algemene oproep
CQ-test	=	algemene oproep voor testdoeleinden
CQ-DX	=	algemene oproep voor DX-verbinding
CW	=	ongemoduleerde draaggolf
DX	=	verbinding over lange afstand
ERP	=	effektief uitgestraald vermogen
FM	=	frequentiemodulatie
GMT	=	Greenwich Mean Time = UT
HP	=	hoogfrequent
INFO	=	informatie
MET	=	middeneuropas tijd
OM	=	zendcollega (old man)
OSCAR	=	amateur radiosateliet
OW	=	echtgenote, vriendin
PM	=	namiddag
RF	=	hoogfrequent

Rx	=	ontvanger
SWR	=	staandegolfverhouding
Tx	=	zender
UT	=	Universal Time = GMT
Xtal	=	kristal
XYL	=	echtgenote

8.7 Uitdrukkingen in de CB-taal

Alphaatje	=	vrouw van een CB-amateur
Base	=	vaste post
Breaker	=	iemand die onderbreekt
Break	=	onderbreking
Cheerio	=	afscheidsgroet
Go Ahead	=	ga je gang
Ham	=	zendamateur
Kappa	=	heb je dat begrepen / of begrepen en over
Lady	=	vrouwelijke zendamateur
Log	=	logboek
Luisterrijk	=	100%, helemaal te gek
Mike	=	microfoon
Negativ	=	niet begrepen
Radio	=	R-waarde (verstaanbaarheid)
Roger	=	begrepen en over
de Ronde	=	verbinding met meerdere stations
Santiago	=	S-waarde (signaalsterkte)
Spriet	=	staafantenne
Staande bij	=	stand-by = blijf op ontvangen
Ijzel	=	radar-snelheidscontrole
100%	=	helemaal goed

8.8 Spellingsalfabet

Onder CB- en zendamateurs wordt, net als bij de telefoon, van het normale spellingsalfabet gebruikt gemaakt om namen, roepnamen en moeilijke of moeilijk verstaanbare woorden zonder fouten over te brengen. Daarnaast wordt ook gebruik gemaakt van het internationale spellingsalfabet zoals het hieronder opgenomen is.

letter	internationaal	ARRL = Amateur Radio Relay League d.i. de vereniging van amerikaanse zendamateurs
A	Alfa	Adam
B	Bravo	Baker
C	Charlie	Charlie
D	Delta	David
E	Echo	Edward
F	Foxtrott	Frank
G	Golf	George
H	Hotel	Henry
I	India	Ida
J	Juliett	John
K	Kilo	King
L	Lima	Lewis
M	Mike	Mary
N	November	Nancy
O	Oscar	Otto
P	Papa	Peter
Q	Quebec	Queen
R	Romeo	Robert
S	Sierra	Susan
T	Tango	Thomas
U	Uniform	Union
V	Victor	Victor
W	Whisky	William
X	X-Ray	X-Ray
Y	Yankee	Young
Z	Zulu	Zebra

8.9 Het eerste CB-gesprek (QSO)

Wie voor de eerste keer achter een CB-apparaat zit en wil gaan zenden kan meestal niet meer uit zijn woorden komen.

Weliswaar gebruikt men al jaren de telefoon, maar de microfoon van een CB-apparaat wekt in het begin bij ieder mens een bepaalde microfoonverlegenheid op. Deze moet eerst overwonnen worden, om met het pas aangeschafte apparaat vrij en frank de lucht in te kunnen gaan.

De eerste stap tot het overwinnen van deze verlegenheid, is het meelluisteren naar andere CB-gesprekken. Als men zijn apparaat ingesteld op een kanaal waar een gesprek tussen twee ervaren CB-amateurs gevoerd wordt, dan zal men al snel in de gaten hebben hoe gesprekken op de CB-band gevoerd worden. Men zal zien, dat de gesprekken nauwelijks verschillen van die, die men gewend is via de telefoon te voeren.

In het ongunstigste geval zal men de industriele storingen of het er door heen zenden van ongedisciplineerde amateurs op de koop toe moeten nemen.

Het meeluisteren is de zekerste weg om zich snel in de CB-wereld thuis te gaan voelen.

De volgende stap is zelf te gaan deelnemen aan het afgeluisterde gesprek. Hierbij moet men als volgt te werk gaan; Wacht een korte pauze in het gesprek af, druk op de zendknop en roep één of beter beide stations met hun roepnaam (b.v. „ufo 1 en groene draak") op. Deze oproep moet kort zijn; ongeveer als volgt: „Ufo 1! Hier is een nieuw station. Kan ik kort onderbreken?"

Als dit korte bericht is doorgegeven laat men de zendknop los en wacht op antwoord. Als „Ufo 1" en" groene draak" ervaren en gedisciplineerde stations zijn, zal men ongeveer het volgende horen: „He, groene draak!, er is een breaker, zullen we hem er in laten komen?"

Als het station „groene draak" accoord is zal het volgende bericht komen: „Hier is Ufo 1! Breaker kom er maar in".

Zodra men deze oproep ontvangen heeft, drukt men weer op de zendknop, spreekt met Ufo 1 en het eerste gesprek is een feit.

Voor verdere gesprekken zullen trouwens moeilijkheden ontstaan als men zelf nog geen roepnaam heeft. Het is daarom aan te raden, voordat men met zenden begint eerst zelf een roepnaam te verzinnen.

8.10 Radioverbindingen tussen ervaren CB-amateurs

Ervaren CB-amateurs gebruiken zoals inmiddels bekend zal zijn de meest uiteenlopende afkortingen, om daarmee de gesprekken die ze voeren, zo kort mogelijk te houden. Hiermee dragen ze er toe bij, de toch al druk bezette 22 kanalen te ontlasten en het zenden voor andere CB-amateurs niet onnodig te hinderen.

Een verbinding tussen ervaren CB-amateurs zal ongeveer als volgt verlopen:

„Hier Walrus 1 voor Walrus 2!"

„Walrus 2 voor Walrus 1 QRV!“.
Uit deze korte zinnen begrijpt men, dat het station Walrus 1 het station Walrus 2 opgeroepen heeft en dat deze laatste door het code woord QRV te kennen heeft gegeven klaar te zijn om te beginnen.
„Walrus 1 voor Walrus 2! QSY 7!“.
Walrus 1 geeft Walrus 2 aanwijzing, dat het gesprek op kanaal 7 gevoerd zal gaan worden (QSY = s.v.p. kanaal verwisselen naar K . . .) Na het wisselen van kanaal en het opnieuw bevestigen, zou het gesprek b.v. als vogt voortgezet kunnen worden:
„Walrus 1 voor Walrus 2! QTH!“
„Walrus 2 voor Walrus 1! QTH-Ouden-Rijn“.
Dit betekent dat het station Walrus 1 aan 2 vraagt waar hij op dat moment is en Walrus 2 antwoordt, dat hij zich bij het verkeersplein Ouden Rijn bevindt.
„Walrus 1 voor Walrus 2! ijzzel bij Vianen!“.
„Walrus 2 voor Walrus 1! Roger! Cherrio!“.
Of wel: er wordt momenteel een snelheidscontrole bij Vianen gehouden. Walrus 2 laat daarop weten dat hij het begrepen heeft (Roger) en neemt afscheid (Cherrio).

8.11 Verwarringen door verschillende kanaalnummers

Bij de officieel toegelaten MARC-apparatuur zijn de 22-vrijgegeven kanalen genummerd van 1 t/m22. Deze nummers komen overeen met de nummering die de CEPT-toegepast heeft.

In Duitsland zijn bijvoorbeeld maar 12 kanalen vrijgegeven. Deze zijn ook genummerd van 1 t/m 12, maar komen overeen met de CEPT-kanalen 4 t/m 15.

Het is duidelijk dat dit tot verwarringen kan leiden. Daarbij komt nog, dat er fabrikanten zijn die in plaats van cijfers, letters toegepast hebben voor de verschillende kanalen. Dit maakt de verwarring kompleet. Hoe een en ander met elkaar overeenkomt wordt in tabel 17 weergegeven.

Tabel 17: Verband tussen verschillende kanaalnummers/letters

CEPT nummering	nummering in Nederland	nummering in Duitsland	letters tekens
1	1		
2	2		
3	3		
4	4	1	A
5	5	2	B
6	6	3	C
7	7	4	D
8	8	5	E
9	9	6	F
10	10	7	G
11	11	8	H
12	12	9	I
13	11	10	J
14	14	11	K
15	15	12	L
16	16		
17	17		
18	18		
19	19		
20	20		
21	21		
22	22		

8.12 Storingen bij CB-communicatie en hun oorzaken

8.12.1 Algemeen

Ook het zenden in de CB-band is helaas niet vrij van storingen. De reden daarvoor is dat de 11-meter band niet alleen beschikbaar is voor CB-amateurs, maar dat deze band ook voor andere diensten vrijgegeven is (modelbouwers, particulieren en overheidsinstanties).

Ook wordt veel storing opgewekt door ongedisciplineerd gedrag van de CB-vrienden zelf, maar vooral door buitenstaanders, die het

leuk vinden, het CB-verkeer, met hun vaak zelf in elkaar geknutselde zendapparatuur te storen. Daarbij komen nog verschillende geleidende en instralende storingen, die door allerlei installaties en apparatuur uit onze hoog geindustrialiseerde wereld, opgewekt worden. Elektrische ontladingen in de atmosfeer storen op grond van hun lage frequentiespectrum hoofdzakelijk middengolfontvangers.

Onze CB-apparatuur heeft van deze laatst genoemde storingen weinig last gezien de frequenties van 27 MHz.

8.12.2 CB-amateurs delen de 11-m-band met andere instellingen en belangengroepen

De 11-m-band (26,960 tot 27,200 MHz ± 6%) is internationaal vrijgegeven voor geneeskundige, wetenschappelijke en industriële doeleinden.

Daarom komt het vaak voor dat CB-verbindingen door uitstraling van de meest verschillende HF-apparatuur gestoord wordt.

In het bijzonder worden bij medische installaties (kortegolftherapie welke vooral bij fysiotherapie toegepast wordt) gebruik gemaakt van zeer grote HF-vermogens waardoor zeer sterke stoorvelden kunnen ontstaan. Tegenover dergelijke storingen staat de CB-amateur machteloos. Hem blijft alleen het wisselen van kanaal of geduldig wachten tot de apparatuur wordt uitgeschakeld.

Andere storingen kunnen veroorzaakt worden door afstandbesturings-zenders aangezien de 11-m-band ook voor modelbouwers vrijgegeven is. Het door deze zenders afgegeven HF-vermogen is meestal welliswaar gering, maar kunnen in de buurt van een CB-ontvanger toch nog behoorlijk het CB-verkeer storen.

Omgekeerd kan de modelbesturing ook door CB-apparatuur gestoord worden. Hetzelfde geldt voor nog andere gebruikers van de 11-m-band. (particulieren en overheidsinstanties)

Voor wat betreft de modelbouwers trekken deze in de regel aan het kortste eind, aangezien door veelvuldig of constant zenden met het CB-apparaat, het model uit zijn baan kan raken en kapot kan gaan.

Een eigenlijke plaag voor de legitieme 11-m-band gebruiker zijn echter de ongenodigde gasten die met hun vaak eigenhandig in elkaar gezette stoorzenders iedere communicatie onmogelijk maken. Het gaat hier vaak om jeugdigen, die er lol in hebben vast te stellen, dat hun zelf gemaakte zender zo goed werkt, dat hij in staat is anderen te storen.

Afb. 117: ECBF-conferentie in Brussel (1979). Het CB-fenomeen krijgt over de hele wereld vaste grond onder de voeten

8.12.3 Aan beide kanten in-kanaalstoring

Het geringe aantal, voor de CB-communicatie, vrijgegeven kanalen voert bij druk zendverkeer — in het bijzonder tijdens de weekeinden — vaak tot z.g. in-kanaal storingen. Hierbij zijn twee soorten storingen te onderscheiden.

De ene soort in-kanaalstoring is het gevolg van overlappingen van reikwijdtes van twee of meer dicht naast elkaar liggende stations die op hetzelfde kanaal werken. Dit soort storingen zijn niet te vermijden en moeten op de koop toe genomen worden. De andere soort in-kanaalstoringen wordt veroorzaakt door onhoffelijk gedrag van niet gedisciplineerde CB-amateurs die er letterlijk ,,doorheen zenden". Dergelijke storingen zijn te vermijden en kunnen, door de regels voor zenddiscipline in acht te nemen, opgelost worden. De praktijk leert echter iets anders. Er doorheen zenden door te haastige CB-amateurs veroorzaakt vaak een zodanig door elkaar gepraat dat geregelde communicatie niet meer mogelijk is. Men moet zich daarom reeds nu de vraag stellen hoe het verder zal gaan als aan de ene kant het aantal vrijgegeven kanalen constant blijft en aan de andere kant het aantal deelnemers met ongeveer 7000 per maand toeneemt.

8.12.4 Geleidende en instralende storingen

Een zender/ontvanger kan principieel, zoals ieder ander elektrisch apparaat, op twee manieren gestoord worden. De eerste soort, geleidende storing, komt via de netaansluiting binnen terwijl de tweede optreedt doordat de apparatuur zich in een elektrisch of elektromagnetisch veld bevindt (instralende of ook uitstralende storingen). Tot de storingen van de laatst genoemde soort behoren onder andere de in het voorgaande besproken storingen van medische apparatuur en zenders voor modelbesturing. De grootste problemen ondervindt de CB-amateur echter bij mobiele stations in het geval dat de auto's niet goed ontstoord zijn. Hier kan men welliswaar door het toepassen van allerlei foefjes, b.v. het inbouwen van filters en condensatoren in de voedingsdraden van het CB-apparaat of het afschermen van de verdeler en bougieskabels, de storingen iets doen afnemen. Een werkelijke oplossing van dit probleem wordt alleen verkregen als de gehele auto met behulp van een ontstoringsset vakkundig ontstoord wordt.

8.13 CB-clubs

Net zoals bij andere hobbies zijn ook vele CB-amateurs in verschillende lokaal gerichte clubs georganiseerd. Deze clubs zijn zowel officiele verenigingen als ook losse groepen en bieden hun leden de mogelijkheid op bijeenkomste persoonlijk kontakt met elkaar te onderhouden en gemeenschappelijke thema's te bespreken.

In Duitsland bestaan er meer als 800 van deze clubs. In Nederland zijn het er momenteel ongeveer 180. Veel CB-clubs zijn bovendien bij een overkoepelende organisatie aangesloten, die de belangen van de CB-amateurs bij de overheid waarneemt.

In Duitsland bestaan momenteel drie overkoepelende organen. In Nederland zijn er twee, de NCBF (Nederlandse Citizens Band Federatie) en de NCF (Nederlandse Communicatie Federatie). De eerste bestaats sinds 1977, de tweede sinds augustus 1979. De NCBF is bovendien aangesloten bij de ECBF (European Citizens Band Federation), die wederom tot de WCBU (World Citizens Union) behoort.

8.14 Bevestigen van CB-verbindingen

QSL-kaarten

CB-amateurs hechten er waarde aan, veel verbindingen op te bouwen, maar zijn ook in het schriftelijk bewijs van het bereikte zendcontact geïnteresseerd. Dit is de reden waarom ook bij CB-amateurs, de bij de zendamateurs sedert lange tijd beroemde en beproefde QSL-kaarten (ontvangstbevestigingskaarten), populair zijn. De keuze van het motief van de kaart is aan de fantasie van de CB-amateur overgelaten. Het is alleen belangrijk dat de QSL-kaart de voor het echt bewijzen van bereikte CB-verbinding de noodzakelijke technische gegevens bevat, zoals:

- roepnaam van de gesprekspartner
- kanaalnummer
- datum waarop de verbinding plaats vond
- tijd (GMT) waarop de verbinding plaats vond
- vermelding van S en R waarden
- vermelding van eigenschappen van de gebruikte apparatuur (zendvermogen, ontvangergevoeligheid, soort antenne enz.)

Thank you for
QSO
many 73 + 55

West-Germany

Uniform Delta 1
C.B.-Station

Chris Wessoly
Rieslingweg 5
D-7900 Ulm
P. B. 1566

Afb. 118: Voorbeelden van QSL-kaarten

8.15 Plaatselijke en wereldtijden

Het feit, dat de aarde in 24 uur een hele omwenteling om haar as gemaakt heeft betekent, dat ze alle 24 uur 360 graden en per uur 260/ 24 = 15 graden draait.

Dit betekent weer, dat tussen 15 lengtegraden een uur tijdsverschil bestaat. Aangezien Greenwich (in Engeland) als uitgangspunt voor de telling van de lengtegraden gekozen werd, noemt men de lokale tijd in Greenwich de „Greenwich Mean Time“ (GMT)

De plaatselijke tijd vindt men dus als men oostelijk van Greenwich één uur per 15 lengtegraden, bij de Greenwich Mean Time opteld. Ten westen van Greenwich moet men vanzelfsprekend één uur per 15 graden van de GMT aftrekken.

De navolgende tabel geeft de plaatselijke tijd voor enkele gebieden op onze aarde weer.

MET = Middeneuropese tijd	= GMT + 1 uur
MSK = oosteuropese tijd	= GMT + 2 uur
AMT = australische standaard tijd	= GMT + 9 1/2 uur
GST = middelste staten van USA	= GMT - 6 uur
EST = oostkust van USA	= GMT - 5 uur
MST = middenwesten van USA	= GMT - 7 uur

Aanhangsel

Machten van tien

Het rekenen met machten van tien, maakt het gemakkelijker met grote getallen te werken. Als het getal 10, n-maal als vermenigvuldigsfaktor wordt gebruikt, dan vindt men de macht, indien men de n als exponent aan het getal 10 toevoegt:

Voorbeeld 1:

$$10000 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10^4$$

en omgekeerd:

$$10^4 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10000$$

Voorbeeld 2:

$$\begin{aligned} 25000 &= 25 \times 10 \times 10 \times 10 \\ &= 25 \times 10^3 \\ &= 2{,}5 \times 10 \times 10^3 \\ &= 2{,}5 \times 10^4 \end{aligned}$$

Als men de macht van het getal 10 van een min-teken voorziet, betekent dit de omgekeerde waarde van dat getal:

Voorbeeld 3:

$$10^{-4} = \frac{1}{10^4} = 0{,}0001$$

Machten van tien worden met elkaar vermeningvuldigd, als men de exponenten bij elkaar optelt:

Voorbeeld 4:

$$10^4 \times 10^2 = 10^{4+2} = 10^6$$

$$10^7 \times 10^3 = 10^{7+3} = 10^7$$

Als men daarentegen de exponenten van elkaar aftrekt, worden de machten van tien op elkaar gedeeld:

Voorbeeld 5:

$$10^5 : 10^2 = 10^{5-2} = 10^3$$

$$10^7 : 10^3 = 10^{7-3} = 10^4$$

Bij vermenigvuldigen van de exponenten worden de machten van tien, tot een hogere macht verheven, die dus overeenkomt met het produkt van de exponenten.

Voorbeeld 6:

$$(10^4)^2 = 10^{4 \times 2} = 10^8$$
$$(10^7)^2 = 10^{7 \times 2} = 10^{14}$$

Het optellen en aftrekken van tienmachten is niet mogelijk. Men is daarom gedwongen deze eerst in normale getallen om te zetten en daarna op te tellen of af te trekken:

Voorbeeld 7:

$$10^4 + 10^2 = 10000 + 100 = 1010$$

$$10^4 - 10^2 = 10000 - 100 = 9900$$

Logarithme, 10-logarithme, bel, decibel

De logarithme is het getal, waarmee men de basis tot de macht moet verheffen, om de numerus als getalwaarde te vinden. Dit wordt weergegeven in de volgende formule:

$$a = \log_b \cdot c$$

Hierin is a de logarithme van het getal c met de basis b.

Voorbeeld 1:

Wat is de logarithme van 36 met de basis 6?

Oplossing:

Volgens de formule is: c = 36, b = 6. Hieruit volgt, dat a = 2 moet zijn, aangezien 6^2 gelijk is aan 36.

Voorbeeld 2:

Wat is de logarithme van 0,1 met de basis 10.

Oplossing:

Hier is dus c = 0,1, b = 10. Hieruit volgt, dat a = -1, aangezien 10^{-1} = 0,1 is.

Logarithmen maken het rekenwerk aanmerkelijk gemakkelijker, aangezien vermenigvuldigen optellen wordt, delen aftrekken en machtsverheffen en worteltrekken vermenigvuldigen resp. delen.

Voorbeeld 3:

$$\log_c a \times b = \log_c a + \log_c b$$

Als dus c = 10, a = 5 en b = 6 is dan geldt:

$$\log_{10} 5 \times 6 = \log_{10} 5 + \log_{10} 6 = 0{,}69 \quad 0{,}77 = 1{,}46$$

Voorbeeld 4:

$$\log_c \frac{a}{b} = \log_c a - \log_c b$$

als c = 10, a + 5 en b = 6, dan geldt:

$$\log_{10} 5 - \log_{10} 6 = 0{,}69 - 0{,}77 = -\ 0{,}08$$

Voorbeeld 5:

$$\log_c a^b = b \times \log_c a$$

als c = 10, a = 5 en b = 6 dan vinden we:

$$\log_{10} 5^6 = 6 \log_{10} 5 = 6 \times 0{,}69 = 4{,}14$$

Voorbeeld 6:

$$\log_c \sqrt[b]{a} = \frac{1}{b} \log_c a$$

als c = 10, a = 5 en b = 6, dan vinden we:

$$\frac{1}{6} \log_{10} 5 = \frac{1}{6} \times 0{,}69 = 0{,}115$$

10-logarithmen hebben als bais altijd 10. Inplaats van $\log_{10} c$ schrijft men eenvoudig log c, b.v.:

$$\log 15 \times 5 = \log 15 + \log 5 = 1{,}17 + 0{,}69 = 1{,}86$$

$$\log \frac{25}{2} = \log 25 - \log 2 = 1{,}39 - 0{,}69 = 1{,}86$$

$$\log 7^3 = 3 \log 7 = 3 \times 0{,}84 = 2{,}52$$

$$\log \sqrt[3]{5} = \frac{1}{3} \log 5 = 1/3 \times 0{,}69 = 0{,}23$$

In de zendtechniek worden de 10 — logarithmen het meest toegepast, b.v. bij het berekenen van dempingen en versterkingen. De eenheid van verzwakking resp. versterking is de bel of de decibel (1/10 bel). De demping of versterking wordt met behulp van de volgende formule berekend:

$$a = 10 \log \frac{P_2}{P_1}$$

Hierin betekent:

a = demping resp. verzwakking (dB)
P_1 = ingangsvermogen
P_2 = uitgangsvermogen

Voorbeeld 7:
Het ingangsvermogen van een bepaalde kabel is P_1 = 200 mW, het uitgangsvermogen P_2 = 107 mW. Wat is de demping a?

Oplossing:

We passen nu de genoemde formule toe en vinden:

$$a = 10 \log \frac{P_2}{P_1} = 10 \log \frac{107}{200} \doteq -2{,}7 \text{ dB}$$

Voorbeeld 8:

Het ingangsvermogen van een versterker P_1 = 7 mW. Het uitgangsvermogen is 108 mW. Wat is de versterking?

Oplossing:

Met behulp van dezelfde formule vinden we:

$$a = 10 \log \frac{P_2}{P_1} = 10 \log \frac{108}{7} = 11{,}8 \text{ dB}$$

Voorbeeld 9:

De versterking van een antenne is, G = 17 dB. Wat is de verhouding tussen het uitgestraalde vermogen P_2 en het ingangsvermogen P_1?

Oplossing:

Wederom met dezelfde formule kunnen we uitrekenen:

$$17 \doteq 10 \log \frac{P_2}{P_1} \quad \text{d.w.z} \quad \frac{P_2}{P_1} = 50$$

Als de in- en uitgangsweerstand R, van een bepaalde schakeling gelijk zijn, dan kan men de demping of verzwakking ook uit de in- en uitgangsspanning U_1 - resp. U_2 berekenen.

$$a = 10 \log \frac{P_2}{P_1} \quad 10 \log \frac{U_2^2 \,/\, R}{U_1^2 \,/\, R} = 10 \log \frac{U_2^{\,2}}{U_1} = 20 \log \frac{U_2}{U_1}$$

Voorbeeld 10:

De ingangsspanning van een bepaalde schakeling is U_1 = 170 mV, de uitgangsspanning U_2 = 102 mV. Hoe groot is de demping a? Met behulp van de gevonden formule kunnen we a nu uitrekenen:

$$a = 20 \log \frac{U_2}{U_1} = 20 \log \frac{102}{170} = -4{,}43 \text{ dB}$$

dBm en dBw

Zoals we gezien hebben is de decibel (dB) een relatieve grootheid, die iets zegt over de grootte van de verhouding die twee getallen (b.v. P_1 of U_1 t.o.v. P_2 of U_2) tot elkaar hebben. Vaak is het echter noodzakelijk, naast deze dus relatieve grootheid, over een absolute waarde van een bepaald niveau te beschikken. Deze getallen worden in andere grootheden b.v. dBm en dBw uitgedrukt. dBm geeft de versterking of verzwakking betrokken op 1 mW aan, terwijl dBw de demping of natuurlijk ook de versterking ten opzichte van 1 W. Beiden kunnen op grond van het voorgaande met behulp van de volgende formule berekend worden:

$$dBw = 10 \log \frac{P(W)}{1W}$$

resp.

$$dBm = 10 \log \frac{P\ (mW)}{1\ mW}$$

Voorbeeld:

Het uitgangsvermogen van een zender bedraagt 170 W. Hoe groot is het uitgangsvermogen in dBw en dBm?

Oplossing:

Met behulp van de genoemde formules vinden we:

$$dBw = 10 \log \frac{P(W)}{1\ W} = 10 \log \frac{170}{1} = 22{,}3\ dBw$$

resp.

$$dBm = 10 \log \frac{P(mW)}{1\ W} = 10 \log \frac{17 \times 10^4}{1} = 52{,}3\ dBm$$

Uit deze getallenvoorbeelden kunnen we zien, dat, tussen de dBw-waarde en de dBm-waarde een verschil van 30 dB bestaat. Men kan dan ook de dBw-waarde uit de dBm-waarde berekenen door 30 dB af te trekken, terwijl de dBm-waarde uit de dBw-waarde verkregen wordt door er 30 dB bij op te tellen.

Demping in de vrije ruimte

De demping in de vrije ruimte (zie ook Hoofdstuk 5) is met behulp van de volgende formule eenvoudig te berekenen:

$$a = 20 \log \frac{4 \pi d}{\lambda}$$

Hierin betekent:

a = demping in de vrije ruimte (dB)
π = 3,14
d = afstand in m
λ + golflengte in m

Voorbeeld:

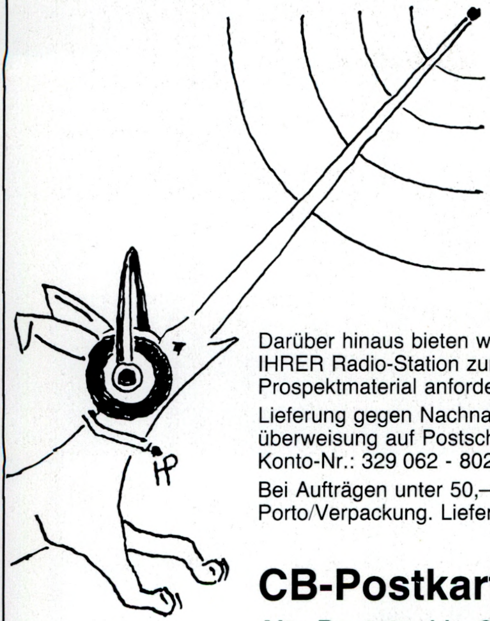
Bereken de demping in de vrije ruimte a, als λ = 2 m en d = 102 km, is.

Oplossing:

$$a = 20 \log \frac{4\pi d}{\lambda} = 20 \log \frac{4 \times 3{,}14 \times 102 \times 10^3}{2} = 116{,}13 \text{ dB.}$$

Correkties

blad:	in plaats van:	schrijf:
7	staatantenne	staafantenne
21	maier	manier
25	Geliencenceerde	Gelicenceerde
27	mobelijk	mogelijk
27	Terwil	Terwijl
27	Satelitten	Sateliten
37	CB-apparattur	CB-apparatuur
44	draggolf	draaggolf
54	draagolf	draaggolf
55	draagolf	draaggolf
86	eletronisch	elektronisch
87	overingens	overigens
97	staatantenne	staafantenne
106	staatantennes	staafantennes
169	onstaat	ontstaat
177	ions-	ionos-
181	noorzakelijk	noodzakelijk
182	verkopen	verkoper
199	meelluisteren	meeluisteren
200	cherrio	cheerio



Hallo, Funkerfreunde!

Wir stellen QSL-Karten nach Euren Zeichnungen her:

4farbige Karten zu nur 150,– DM per 1000 Stck.
1farbige Karten (zum Ausmalen) für 50,– DM per 1000 Stck.
4farbige Karten zu nur 85,– DM per 500 Stck.
1farbige Karten (zum Ausmalen) für 35,– DM per 500 Stck.

Darüber hinaus bieten wir Verlagsmotive mit dem Eindruck IHRER Radio-Station zum gleichen Preis an. Prospektmaterial anfordern!

Lieferung gegen Nachnahme oder Vorausscheck bzw. Vorausüberweisung auf Postscheckkonto Freising, Konto-Nr.: 329 062 - 802.

Bei Aufträgen unter 50,– DM 3,– DM Zuschlag für Porto/Verpackung. Lieferzeit bis zu 4 Wochen.

CB-Postkarten-Verlag H. Pagany

Alte Poststr. 11 · 8050 Freising · Germany

BREAK BREAK

f 4,25
Bfr. 68

MAANDBLAD VOOR RADIO-COMMUNICATIE, KORTE GOLF-ONTVANGST EN ZENDAMATEURS

marc..? 27 MHz...?

De NCF vertelt er alles over in BREAK-BREAK, maandblad voor CB'ers

De Nederlandse Communicatie Federatie (NCF) is een landelijke organisatie voor communicatie amateurs. Zij verstrekt informatie en behartigt de belangen van haar leden bij overheidsinstanties.

NCF leden ontvangen maandelijks het blad Break-Break, waarin: alles over zenden en ontvangen, korte golf luisteren, scanners en apparatuurtests. Zij kunnen ook gebruik maken van de NCF dienstverlening. Break-Break is ook verkrijgbaar in boekwinkels of via abonnement.

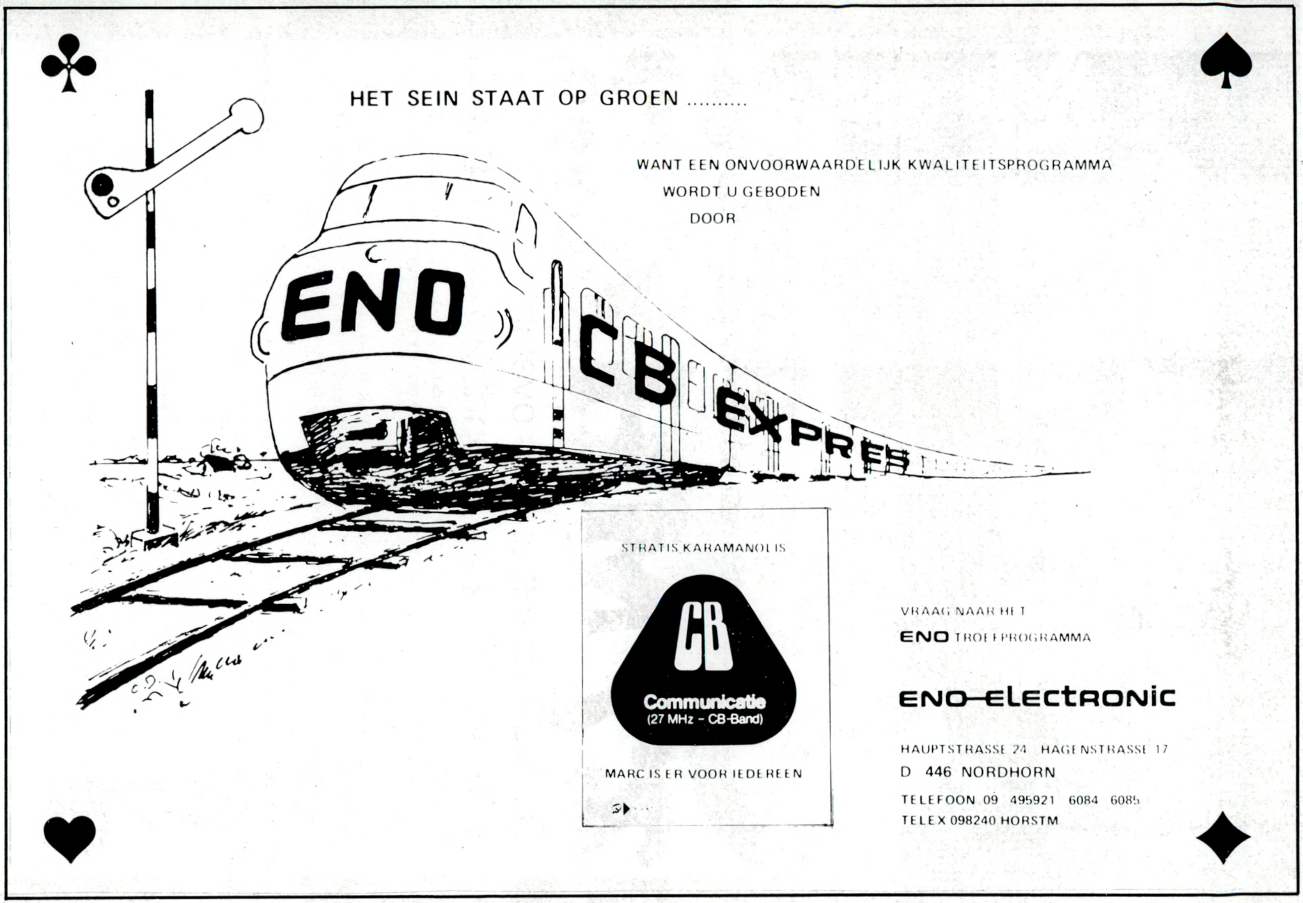
Bon

Noteer mij als NCF lid (48,— p/j)
Noteer mij als abonnee (42,50 p/j)

Naam .... Plaats ....

Adres .... Postcode ....

Stuur geen geld. Wij sturen U een acceptgirokaart. Stop deze bon in een open enveloppe en stuur die aan: NCF Antwoordnr. 1 2160 VE Sassenheim. Postzegel plakken is niet nodig.


HET SEIN STAAT OP GROEN ....
WANT EEN ONVOORWAARDELIJK KWALITEITSPROGRAMMA
WORDT U GEBODEN
DOOR
ENO
CB
EXPRES
STRATIS KARAMANOLIS
CB
Communicatie
(27 MHz - CB-Band)
MARC IS ER VOOR IEDEREEN
VRAAG NAAR HET
ENO TROEFPROGRAMMA
ENO-ELECTRONIC
HAUPTSTRASSE 24 HAGENSTRASSE 17
D 446 NORDHORN
TELEFOON 09 495921 6084 6085
TELEX 098240 HORSTM

funk+elektronik ALPINA

import — export — groot — detailhandel

ALPINA-FUNK-ELEKTRONIK — Markt 19, D-5102 Würselen
Telefoon 02405 - 21314; Telex 083295 alfu-d
Filiaal: ALPINA-FUNK-ELEKTRONIK — Aachener Str. 3 — 5132 Ubach-Palenberg

Bij de ALPINA-GROOTHANDEL is het eindelijk zover.

Magazijn: Helieter Feldchen 64, Würselen

Handic-Gebiedsvertegenwoordiging
Turner-Gebiedsvertegenwoordiging

Distributor voor Sirtel-antennen — voor het gehele FIRESTIK-programma
voor het Mader-programma
Alleenvertegenwoordiging voor de nieuwe silberantennes

Een van de grootste groothandel-afhaal- en verzendmagazijnen

heeft zijn poorten geopend

Gedeelte van de verkoopafdeling
markt 19
Inkcopparadijs voor consumenten

Gedeelte van het groothandels-
magazijn Helieter Feldchen
Allen voor de detailhandelaar

COMMUNICATIE VOOR IEDEREEN

Hier vindt de CB-handelaar, de radio- en televisiehandelaar zowel als ook de handelaar voor electronica op een opperulakte van 1000 m^2 meer als 4000 artikelen op het gebied van de CB-communicatie, amateur-communicatie, industrie-communicatie en electronica, alles wat het hart begeert.

Indien U reeds een van onze 2100 detailhandelaar-klanten bent, dan heeft U beschlist ook onze groothandelslijst met duizenden artikelen tegen lage prijzen.

Zou U nog geen klant zijn, dan bestelt U vandaag nog deze grote winstbrengende groothandelskatalogus door inzending van de INFO-Cheque en UW inschrijvingsbewijs van de kamer van koophandel — Het beste zou natuurlijk zijn, als U ons eens bezoeken zou, waarbij U sich aan bijna 100 m verkoopschappen over de nieuwste radio- en electronica-artikelen informeeren kunt.

Alleenvertegenwoordiging van de Silberantenne serie
de nieuwe top-atenne

Silberstern: de nieuwe lamda-1/2-Dakantenne met extrem korte, gebogen radials (0,30 m), 5 dB winst.

Silberstreif: de nieuwe lamda-1/2-Dakantenne, geheel zonder radials, 4,5 dB winst.

Silbervogel: de absolut beste onder de Dakantennes, lamda 5/8, 6.80 m hoog, 7 dB winst. Speziale aluminium legering, de ideale DX-Antenne

Silberset: de nieuwe drie-voudige antenne. Drie mobile antennes. 0,7 - 1,3 - 2,0 m lang, in één verpakking, nog nooit zo gunstig in prijs.

Info-Cheque

- ☐ ik ben al klant
- ☐ ik ben consument
- ☐ ik ben detailhandelaar (inschrijvingsbewijs ingeschloten)

Naam en adres niet vergeten s.v.p.

Stratis Karamanolis werd in 1934 op het eiland Lesbos in Griekenland geboren. Hij studeerde elektrotechniek in Athene en legde in 1957 met goed gevolg het eindexamen af. Op weg naar Londen onderbrak hij zijn reis in München waar hij sedertdien woont. Na vier jaar in de elektrotechnische-industrie (Rohde en Schwarz) werkzaam geweest te zijn, werkte hij tot 1978 in de lucht- en ruimtevaarttechniek (MBB).

De succesvolle auteur Karamanolis is sedert 1979 een zelfstandige schrijver en uitgever tegelijk. Zijn boeken bereikten in W-Duitsland binnen 3 jaar een totaaloplage van meer dan 300 000 exemplaren.

Van dezelfde auteur verschenen ook boeken in de engelse en griekse taal.